



**João Filipe Gonçalves  
Lopes**

**APLICAÇÃO DE PRINCÍPIOS *LEAN THINKING*  
NUMA EMPRESA DO SETOR AUTOMÓVEL: A  
IMPORTÂNCIA DOS KPI**



**João Filipe Gonçalves  
Lopes**

**APLICAÇÃO DE PRINCÍPIOS *LEAN THINKING*  
NUMA EMPRESA DO SETOR AUTOMÓVEL: A  
IMPORTÂNCIA DOS KPI**

Relatório de Projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha esposa e filhos.

## **o júri**

presidente

**Professora Doutora Leonor da Conceição Teixeira**

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da  
Universidade de Aveiro

**Professor Doutor José Fernando da Costa Oliveira**

Professor Catedrático do Departamento de Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de  
Engenharia da Universidade do Porto

**Professora Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre**

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da  
Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Agradeço à minha esposa Filipa Ferreira, por tudo, por todos os sacrifícios e apoio demonstrado.

Agradeço à minha orientadora na Universidade de Aveiro, Professora Doutora Ana Raquel Xambre, pela compreensão e disponibilidade demonstrada.

Agradeço a todos os meus amigos e a todos aqueles que me acompanharam ao longo deste últimos anos de vida académica. Especialmente aos elementos da #mesa do cantinho, Pedro Pereira, Gil Pereira e Luís Delgado.

Agradeço à Renault-CACIA, pela oportunidade de estágio, em especial aos meus orientadores Eng.º Leonel Simões e Eng.º Pedro Queiroz, mas sem esquecer todos os colaboradores da célula técnica do AT5.

## palavras-chave

*Lean Thinking, Key Performance Indicators*, melhoria contínua, *Automated Guided Vehicles*.

## resumo

O presente relatório descreve um projeto que teve como principal objetivo a redução do valor de um *Key Performance Indicator* (KPI) que avalia e compara o desempenho de linhas de montagem na indústria automóvel. Nesse sentido, recorreu-se ao *Lean Thinking* e a algumas das suas ferramentas para eliminar desperdícios e melhorar a forma como as atividades de valor acrescentado são feitas, com especial foco nos abastecimentos logísticos das linhas montagem.

A recolha de dados que permitiu identificar processos sem valor acrescentado foi uma etapa crucial para o desenvolvimento da estratégia de melhoria a implementar, que culminou com a eliminação das grandes embalagens nas linhas e a automatização do abastecimento das linhas com a utilização de *Automated Guided Vehicles*.

As alterações propostas pelo projeto resultaram em melhorias que se encontram devidamente demonstradas e fundamentadas, tendo acabado por ter um impacto direto positivo no KPI.

**keywords**

Lean Thinking, Key Performance Indicators, continuous improvement, Automated Guided Vehicles.

**abstract**

This report explains the development of a project that had, as its main goal, the reduction of the value of a Key Performance Indicator (KPI) that is used to evaluate and compare the performance of assembly lines in the automotive industry. In this context, Lean Thinking and some of its tools were used to eliminate waste and improve the way value added tasks are done, with a special focus on the assembly lines logistics supply system.

Data collection, in order to identify non-value added processes, was a crucial step for the development of the improvement strategies that were implemented and that, ultimately, led to the withdrawal from the assembly lines of large packages and to the automation of supply to the assembly lines through the use of Automated Guided Vehicles.

The changes proposed by this project resulted in improvements that are duly demonstrated and justified, and had a direct positive impact on the KPI.

# I - ÍNDICE

1.	Introdução	3
1.1	Contexto e objetivos do trabalho	4
1.2	Estrutura do Relatório	5
2.	Enquadramento teórico	9
2.1	Sistema de produção Toyota e lean thinking	9
2.1.1	Os cinco princípios do <i>lean</i>	10
2.2	Conceito de valor e desperdício	12
2.2.1	Os oito desperdícios	13
2.2.2	Mapa da cadeia de valor	14
2.3	Abastecimento das linhas	14
2.3.1	O sistema <i>pull</i> e o sistema <i>push</i>	15
2.3.2	<i>Automated Guided vehicles</i>	16
2.4	<i>Key Performance Indicators</i>	17
3.	Caracterização da empresa	21
3.1	Grupo Renault-Nissan	21
3.2	Renault Cacia SA	22
3.2.1	Organigrama da Renault Cacia	23
3.2.2	Produtos, clientes e fornecedores	24
3.2.3	Etapas de produção mecânica	27
3.2.4	Linhas de montagem de caixas de velocidade	28
3.3	Projeto <i>Lean</i> caixas de velocidades	29
3.3.1	Indicador chave	30
4.	Desenvolvimento do Projeto	37
4.1	Objetivos a atingir	37
4.2	Metodologia proposta	38
4.3	Observação e recolha de dados	39
4.3.1	<i>Value Stream map</i> e cartografia das UET	40
4.3.2	VA/NVA nas linhas de montagem	42
4.3.3	Fluxos Logísticos	44
4.3.4	Reuniões de grupo	48
4.3.5	Estudo das Linhas	49
4.4	Polo de preparações	56
4.5	<i>Automated guided Vehicles</i>	59
4.5.1	Pinturas no solo	60
4.5.2	Alteração dos sentidos das vias das linhas de montagem	61
4.6	Testes com AGV	63
4.6.1	Medições de tempos de ciclo e testes de carga	63
4.7	Elaboração dos modos de funcionamento	65
4.8	Análise dos resultados	67
5.	Conclusão	71



## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 - Princípios <i>Lean</i> (adaptado do site <i>Lean Enterprise Institute</i> , 2015).....	11
Figura 2 - Sistema <i>pull</i> (adaptado de Pinto, 2009). ....	15
Figura 3 - Sistema <i>push</i> (adaptado de Pinto, 2009).....	15
Figura 4 - (a) AGV rebocador, (b) AGV unitário, (c) AGV empilhador. ....	16
Figura 5- Resultados das vendas em 2013 retirado Brochura institucional Renault. ....	21
Figura 6 - Fábrica Renault CACIA retirado Brochura institucional Renault. ....	22
Figura 7 - Volume de vendas da Renault CACIA. ....	23
Figura 8 - Organograma da Renault CACIA.....	23
Figura 9 – Organização da empresa. ....	24
Figura 10 - Localização dos fornecedores da Renault CACIA. ....	25
Figura 11 - Localização dos clientes da Renault CACIA.....	26
Figura 12 - Localização das linhas de montagem de Caixas de Velocidades. ....	28
Figura 13 - Indicadores de rutura. ....	29
Figura 14 - Fórmula e componentes DSTR.....	30
Figura 15 - Comparação do componente MOD. ....	31
Figura 16 - Comparação do componente MOD Logística. ....	31
Figura 17 - Locais das intervenções e ações a desenvolver. ....	37
Figura 18 - Calendarização do projeto ..... 39	39
Figura 19 - VSM das Caixas de Velocidades Renault-CACIA.....	40
Figura 20 - Cartografia Eixos Finos JRX.....	41
Figura 21 - Valores por operação VA/NVA na linha 3.....	42
Figura 22 - Total VA/NVA na linha 3.....	43
Figura 23 - Diagrama <i>Spaghetti</i> do abastecimento de <i>carters</i> .....	44
Figura 24 - Diagrama <i>Spaghetti</i> do abastecimento ‘variedade de peças’ ..... 45	45
Figura 25 - <i>Charlatte</i> na via central ..... 45	45
Figura 26 -Fluxos <i>kanban</i> e distribuição de tarefas na linha 3 ..... 46	46
Figura 27 - Fluxos <i>voltas</i> e distribuição de tarefas na linha 3 ..... 47	47
Figura 28 - Carro de abastecimento MB02 com AGV engrenado. .... 49	49
Figura 29 - Abastecimento CM à linha 2 (antes e depois) ..... 50	50
Figura 30 - <i>Frame</i> e carros de <i>enciclagem</i> linha 3 ..... 50	50
Figura 31 - Abastecimento de <i>carters</i> CED à linha 3 (antes e depois) ..... 51	51
Figura 32- Rota <i>kanban</i> MB02..... 53	53
Figura 33 - Rota <i>kanban</i> MB03..... 53	53
Figura 34- Evolução da construção do Polo de Preparações..... 56	56
Figura 35 - Localização do Pólo de Preparações..... 57	57
Figura 36 - Polo de Preparações ( <i>layout</i> antes e depois)..... 57	57
Figura 37 - Novos tapetes de abastecimento ..... 58	58
Figura 38 - AGV escolhido. .... 59	59
Figura 39 - Representação em <i>Autocad</i> das pinturas efetuadas no solo..... 60	60
Figura 40 - <i>Tags</i> utilizadas ..... 60	60
Figura 41 - Exemplo das vias descritas nas normas de segurança (adaptado Renault CACIA, 2015). ..... 61	61
Figura 42 - Sentidos de circulação nas vias das linhas (antes e depois)..... 62	62
Figura 43 - Sentidos de circulação nas vias do armazém (antes e depois). .... 62	62

Figura 44 - Exemplo de um fluxograma elaborado para os modos de funcionamento. ....	65
Figura 45 - Posicionamento da carga ergonómica. ....	66
Figura 46 – Trajetória DSTR 2015, valores previstos e atingidos. ....	67

## ÍNDICE TABELAS

Tabela 1 – Vários tipos de KPI operacionais Pinto (2009).	17
Tabela 2 - Componentes produzidos nos edifícios Motores e Caixas de Velocidades.	24
Tabela 3 - Carta de Compromisso DSTR.	32
Tabela 4 - Evolução dos Valores DSTR em 2014.	33
Tabela 5 - Símbolos e significado utilizados na cartografia das UET	41
Tabela 6 - Lista ‘variedade de peças’	52
Tabela 7 - Cadências das linhas 2 e 3	53
Tabela 8 - Detalhes <i>kanban</i> MB02	54
Tabela 9 - Detalhes <i>kanban</i> MB03	55
Tabela 10 - Principais características do Polo de Preparações	58
Tabela 11 - Rotas de abastecimento e tempos de ciclo.	63
Tabela 12 - Exemplo do cálculo das cargas ergonómicas.	66



# CAPÍTULO I

## ESTRUTURA DO CAPÍTULO

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO E OBJETIVOS DO TRABALHO

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO



## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório descreve um projeto desenvolvido no âmbito do mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, da Universidade de Aveiro. O projeto decorreu na fábrica Renault-CACIA, sendo o tema e foco do trabalho a aplicação de ferramentas *Lean* ao sistema de abastecimento de linhas de montagem de caixas de velocidades.

Estando as organizações inseridas numa sociedade em constante evolução e desenvolvimento social e tecnológico, as necessidades e expectativas dos *stakeholders* (e.g. clientes, fornecedores, colaboradores, acionistas) são cada vez mais complexas e exigentes. Novos paradigmas como a globalização e avanço tecnológico trazem enormes oportunidades mas também inúmeros obstáculos. As exigências dos clientes constituem outro desafio e necessitam de uma resposta rápida, eficiente e robusta por parte das organizações impondo às organizações capacidade de ajustamento e versatilidade.

A nível industrial, desde as ideias pioneiras de produção em massa de Henry Ford na década de 30 do século XX, que a Europa e a América do Norte mergulharam numa letargia de pequenas evoluções desses pensamentos. Contudo, no fim da década de 80 início de 90 do século passado, sobretudo após a publicação do livro “*The Machine that Changed the World*”, desenvolvido por James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Ross, assistiu-se a um ponto de viragem em toda a indústria, com os conceitos *Lean* a serem amplamente divulgados, estudados e aplicados. Com origem na indústria automóvel e inspirada no “*Toyota Production System*” (TPS), desenvolveu-se toda uma filosofia *Lean* que tem como, segundo Yasuhiro (1998), propósito base a eliminação de vários tipos de desperdícios que se encontram ocultos nas empresas através do desenvolvimento das atividades específicas. O conceito *Lean*, ou filosofia *Lean*, neste momento vive uma fase de transversalidade a toda a indústria, apesar do seu principal propulsor continuar a ser a indústria automóvel.

Com a evolução da indústria as grandes prioridades atuais passam pela redução/emagrecimento (*Lean*) dos custos e pela gestão integrada das suas cadeias de abastecimento.

Numa conjuntura onde cada vez mais as marcas se associam de forma a criar sinergias a aliança Renault-Nissan, como o quarto maior construtor automóvel a nível de volume vendas, tem evoluído de forma a ter uma produção cada vez mais modular, apesar de haver várias marcas que fazem parte da aliança o produto tende a ser, cada vez mais, uniformizado. Esta é a evolução da produção em massa para a customização em massa, onde os clientes são convidados, dentro de determinados padrões e opções, a personalizar o tipo de produto que pretendem.

A nível do grupo Renault-Nissan, e sendo a Renault-CACIA uma fábrica de mecânica, foram criados indicadores de performance e gestão que são utilizados para classificar as várias fábricas, o que promove a concorrência interna, a procura por novas e melhores soluções, e uma melhoria contínua, uma vez que as várias instalações fabris espalhadas um pouco por todo o mundo procuram criar sinergias entre si que promovam a obtenção de bons resultados. As fábricas com melhores resultados são premiadas e alvo de visitas por parte das restantes, pretendendo-se, desta forma, uma propagação das boas práticas existentes, transparência e transversalidade a nível de grupo Renault-Nissan.

## 1.1 CONTEXTO E OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho foi desenvolvido ao longo de oito meses (Setembro de 2014 a Abril de 2015) nas instalações fabris da Renault-CACIA, em Aveiro e incidiu no projeto *Lean* das linhas de montagem de caixas de velocidades, tendo esse projeto sido iniciado a 17 de Dezembro de 2013. Na sua génese este projeto que se encontrava a ser desenvolvido na empresa teve várias fases como, por exemplo, redução de pequenas embalagens em bordo de linha, sincronização de produção de vários sectores, entre outros. Na fase em que se iniciou este trabalho, o projeto na empresa centrava-se na redução de grandes embalagens (anexo A) das linhas de montagem de caixas de velocidades.

A aplicação dos conceitos *Lean* na Renault – CACIA, e mais especificamente na linha de montagem de caixas de velocidades, surge no contexto da globalização e deriva da necessidade de melhorar o desempenho das linhas e efetuar a comparação entre fábricas da Aliança, por forma a criar um ranking interno no grupo Renault-Nissan. Nesse ranking as linhas de montagem são avaliadas a vários níveis (qualidade, performance, mão-de-obra), sendo a eficiência, neste contexto, essencial, e um objetivo que deve ser partilhado por todos os níveis da cadeia produtiva.

Como principal objetivo do projeto, uma vez que foi enquadrado no trabalho de uma equipa de melhoria contínua e *Lean*, surge a redução do *Design Standard Time Ratio* ou DSTR (indicador chave a nível interno) que engloba mão-de-obra, qualidade, performance da linha e o rendimento operacional. Nesse sentido pretende-se a redução das grandes embalagens na linha de montagem, recorrendo-se para tal à construção de um polo de preparações para grandes embalagens e a alteração dos transportes com recurso a *charlattes* (anexo B) para *Automated guided vehicles* (AGV). Estas alterações permitem uma redução direta e efetiva em alguns componentes do DSTR, redução dos *stocks* nas linhas, assim como o alinhamento com as orientações da gestão de topo da Renault que definem o nível pretendido de automatização dos abastecimentos logísticos dentro das fábricas.

## 1.2 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Este relatório está estruturado em cinco grandes capítulos, que depois são divididos em vários tópicos que detalham as várias fases dos projetos.

O primeiro capítulo começa por fazer uma breve introdução do projeto apresentando o seu objetivo e enquadrando o estudo na organização onde o mesmo foi desenvolvido.

No capítulo segundo é feito o enquadramento teórico baseado na bibliografia estudada onde se enfatizam as teorias universais sobre o pensamento *Lean* e se clarificam os conceitos fundamentais para a interpretação da discussão que suporta o projeto, bem como das várias fases desenvolvidas ao longo deste trabalho.

Num terceiro capítulo é feita a caracterização da empresa, desde a Renault enquanto grupo até à fábrica onde o projeto é desenvolvido, a Renault CACIA. É ainda apresentado o seu organigrama, os seus produtos, clientes e fornecedores, as linhas de montagem e o projeto *Lean* propriamente dito aplicado às linhas de montagem de caixas de velocidades, bem como os indicadores chave considerados na empresa na sua busca pela melhoria contínua.

O capítulo quatro apresenta a parte prática deste relatório onde é explicado detalhadamente o projeto desenvolvido desde a definição do objetivo aos resultados atingidos. É desenvolvida a solução escolhida e é explicada como, dessa forma, se conseguirá alcançar as metas ambicionadas.

O quinto capítulo apresenta a conclusão onde se faz uma reflexão crítica do projeto de estágio em várias vertentes.





# CAPÍTULO II

---

## ESTRUTURA DO CAPÍTULO

### 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

#### 2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO TOYOTA

##### 2.1.1 OS CINCO PRINCÍPIOS *LEAN*

#### 2.2 CONCEITO DE VALOR E DESPERDÍCIO

##### 2.2.1 OS OITO DESPERDÍCIOS

##### 2.2.2 MAPA DA CADEIA DE VALOR

#### 2.3 ABASTECIMENTO DAS LINHAS

##### 2.3.1 SISTEMA *PULL* E SISTEMA *PUSH*

##### 2.3.2 *AUTOMATED GUIDED VEHICLES*

#### 2.4 *KEY PERFORMANCE INDICATORS*



## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

A pesquisa bibliográfica deve servir de base à construção de conhecimento ao longo do projeto sendo uma ferramenta que ajuda, apoia e fundamenta as metodologias e processos a utilizar. Nesse sentido, num primeiro ponto enquadra-se um pouco a história do pensamento *Lean* e o Sistema de Produção Toyota. Num segundo momento, e, tendo em conta as necessidades e objetivos do projeto, abordam-se alguns temas, noções e conceitos que devem servir de suporte à leitura e interpretação do mesmo, salientando-se os cinco princípios chave da filosofia *Lean*, os conceitos de valor e desperdício, e os KPI (*key performance indicators*) indicadores chave de performance.

### 2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO TOYOTA E LEAN THINKING

Após a 2ª Guerra mundial, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno da *Toyota Motor Company* no Japão foram os pioneiros do conceito de *Lean Production*. Numa definição mais elementar o *Lean* focaliza-se na eliminação de desperdícios e na melhoria dos fluxos produtivos.

O *Toyota Production System* (TPS) foi desenvolvido e promovido pela *Toyota Motor Corporation* e adotado por muitas empresas japonesas como resultado da crise petrolífera de 1973. O propósito base do TPS é aumentar os lucros reduzindo os custos, através da eliminação completa de desperdícios, tal como *stock* excessivo ou mão-de-obra desnecessária. Para atingir esta redução de custos, a produção deve ser flexível e imediata reagindo às variações de procura de mercado, ao mesmo tempo que se garante que não existem desperdícios do tempo disponível. O ideal é atingir o conceito *Just in Time* (JIT), o que se traduz na produção dos componentes necessários, na quantidade certa e no tempo necessário (Yasuhiro, 1998).

O *Lean Production* referido também como *Lean Manufacturing* é um método criado e utilizado inicialmente no Japão, passa por desenvolver esforços para a contínua eliminação ou redução do *muda*<sup>1</sup>, em *design*, fabricação, distribuição e processos de atendimento do cliente, Womack et al. (1990) no livro “*The Machine that changed the world*” demonstra de uma forma detalhada os pontos fortes do método quando comparado com os métodos de produção em massa utilizados pelos construtores automóveis Americanos e Europeus.

A designação de *Lean Thinking* (“pensamento magro”), como conceito de liderança e gestão empresarial, foi usada pela primeira vez por James Womack e Daniel Jones (1996) na obra de referência com o mesmo nome. Desde então, o termo é mundialmente aplicado para se referir à filosofia de gestão que tem por objetivo a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor. Trata-se de um dos mais bem-sucedidos paradigmas de gestão que o mundo empresarial conheceu (Pinto, 2009).

Desde o seu desenvolvimento inicial até aos nossos dias a filosofia *Lean Thinking* tem vindo a evoluir, muito graças aos seus percursos e às empresas que lhes serviram de referência, mas

---

<sup>1</sup> *Muda* – palavra de origem japonesa que significa resíduos ou qualquer atividade que consome recursos sem adicionar valor.

também, devido à experiência de entidades espalhadas por todo mundo que vão contribuindo para o crescimento desta filosofia, desenvolvendo-a nos mais diversos sectores de atividade (Pinto, 2009). Desta forma, podemos afirmar que a filosofia *Lean Thinking* é descrita e entendida como a cultura de resolução de problemas, como um processo contínuo de melhoria e procura da excelência que cria valor e diminui o tempo de resposta às exigências dos clientes através da redução contínua, por parte de toda a organização, de atividades que não acrescentem valor.

### 2.1.1 OS CINCO PRINCÍPIOS DO *LEAN*

O livro *Lean Thinking* (Womack e Jones, 1996) aborda as diferenças entre a produção tradicional e o *Lean Thinking* e retrata, de uma forma bastante detalhada a história, a evolução e o contexto atual da abordagem *Lean*. É nesta publicação que são descritos os cinco princípios-chave, (i) valor específico, (ii) cadeia de valor, (iii) fluxos, (iv) sistema *Pull* e (v) perfeição, assim como a sua aplicação na filosofia *Lean*.

**(i) Valor específico:** O ponto crítico de partida para o pensamento *Lean* é o conceito de valor. O valor só pode ser definido pelo consumidor final e só é significativo quando expresso em termos de um produto específico, que satisfaz as necessidades dos consumidores a um preço específico num tempo específico (Womack e Jones, 1996).

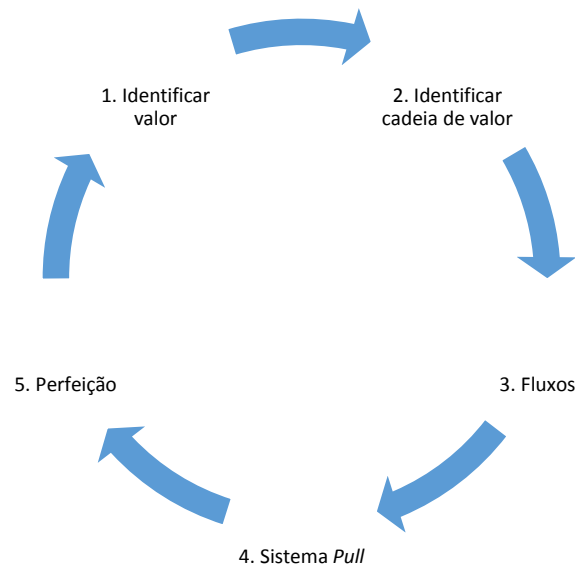
**(ii) Identificar a cadeia de valor:** O fluxo de valor é a combinação de todas as ações particulares efetuadas para trazer um produto específico através das três tarefas críticas de gestão de qualquer negócio: *problem-solving task* que se inicia na fase conceptual e se prolonga no *design* detalhado e na engenharia necessária para a produção, *information management task* que se inicia nos pedidos e continua na calendarização detalhada de entrega e *physical transformation task* que passa da transformação do bruto até aos produtos acabados nas mãos dos clientes (Womack e Jones, 1996).

**(iii) Fluxos:** O fluxo deve ser contínuo, sem interrupções para que não existam *stocks* intermédios, reduzindo assim o *lead time* e aumentando a qualidade. O pensamento *Lean* passa por redefinir as funções de trabalho de pessoas, departamentos e empresas, de forma a que tenham um impacto positivo na criação de valor e, assim, perceber as verdadeiras necessidades dos clientes e construir valor em todo o fluxo.

**(iv) Sistema *Pull*:** O sistema *pull* permite que sejam os pedidos do cliente a liderar o processo produtivo. A quantidade produzida corresponde ao necessário, na data correta, não havendo necessidade de produzir a mais, o que permite reduzir os *stocks* e valorizar os produtos.

**(v) Perfeição:** Este princípio tem por base a procura incessante de melhoria. Esta procura deve ser transversal a toda a organização, incentivada a todos os níveis e constante. Deve ainda refletir as necessidades dos clientes pois só assim permitirá às organizações fazer melhor, continuamente.

Estes princípios são apresentados numa sequência que serve de modelo para a aplicação do pensamento *Lean* nas empresas (figura 1). De forma a introduzir o *Lean Thinking* nos ambientes industriais esta filosofia assenta na identificação e eliminação de desperdícios como aspeto fundamental. De uma forma geral as transformações *Lean* aplicam técnicas como o *kaizen*<sup>2</sup>, SMED (Shingo, 1985), Seis Sigma (Pyzdek, 2003), mapa da cadeia de valor (Hines e Rich, 1997) e os 5 S's (Warwood e Knowles, 2004) de forma a remover os desperdícios e promover melhorias em áreas específicas. No entanto, é fundamental entender o desperdício como ponto crítico, de forma a aplicar as transformações *Lean* com sucesso.



**Figura 1 - Princípios *Lean* (adaptado do site *Lean Enterprise Institute*, 2015).**

---

<sup>2</sup> *Kaizen* – melhoria contínua e incremental de uma atividade para criar mais valor com menos desperdício. (Womack e Jones.,1996)

## 2.2 CONCEITO DE VALOR E DESPERDÍCIO

Na definição do dicionário língua portuguesa (Porto Editora 2003-2015), valor é aquilo que uma coisa vale, importância que se atribui ou reconhece a algo ou alguém, custo de um objeto, de um bem ou de um serviço, em função da sua capacidade de ser negociado no mercado, preço, qualidade que desperta admiração por alguém, valia, mérito, préstimo, propriedade ou carácter do que é, não só desejado mas também desejável.

Citando Pinto (2009), valor é a compensação que recebemos em troca do que pagamos, sendo esta uma visão que reflete apenas os bens físicos. Abrangendo bens e serviços, valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo.

Desperdício, por outro lado, significa o ato ou efeito de desperdiçar, esbanjamento, despesa inútil, perda, desaproveitamento, restos de coisas manipuladas ou fabricadas, ação de perder (Porto Editora 2003-2015). De acordo com Womack e Jones (1996), *muda* é a palavra japonesa que significa desperdício, mais especificamente qualquer atividade humana que absorve recursos mas não cria valor: erros que necessitam de ser corrigidos, produção de componentes que ninguém necessita e que provocam aumentos de *stocks*, processos ou passos na produção que não são realmente necessários, movimentos de trabalhadores ou mercadorias sem nenhum propósito, e bens e serviços que não satisfazem as necessidades dos clientes.

Os conceitos de valor e desperdício, ao nível de *Lean Thinking*, estão ligados de forma intrínseca, sendo que se utiliza um para explicar o outro. Na indústria, segundo Hines *et al* (2004), só existe valor nas ações ou processos que contribuem para transformar os componentes produzidos de acordo com as necessidades dos clientes. Num contexto de produção interna existem três tipos de operações que são efetuadas (Monden, 1993) e que podem ser categorizadas como: (1) NVA não valor acrescentado; (2) NNVA necessárias de não valor acrescentado; e (3) VA valor acrescentado. Na primeira categoria (NVA) encontram-se as atividades que são definidas como desperdício puro e que envolvem ações desnecessárias, devendo, portanto, ser completamente eliminadas. Alguns exemplos envolvem tempos de espera, *stocks* intermédios e duplas manipulações.

As operações NNVA, embora sejam desperdício e dispensáveis, são imprescindíveis para o procedimento das operações. Alguns exemplos incluem transporte de componentes, retirar peças das embalagens ou transferir ferramentas de mão.

Operações de Valor Acrescentado são aquelas que envolvem a conversão ou processamento de matéria-prima ou produtos semiacabados. São atividades como a fundição de matérias-primas, montagem de peças ou pinturas do exterior.

Citando Bhasin e Burcher (2006), a noção de valor nunca deve ser ignorada e é essencialmente a capacidade de fornecer aos consumidores no tempo certo e ao preço correto, algo que é definido, em cada caso, pelo consumidor. Nesse sentido, foram sugeridos por Womack & Jones (2003), sete tipos de desperdícios, nomeadamente: excesso de produção; esperas; transporte; processo; inventário; defeitos; movimento. Em trabalhos mais recentes, porém, é admitido um oitavo desperdício que se trata do conhecimento detido pelas pessoas da organização (Taj e Berro 2005).

### 2.2.1 OS OITO DESPERDÍCIOS

**Excesso de produção:** Resulta de produzir mais do que necessário ou antes do necessário. É, frequentemente classificado como um dos piores desperdícios, uma vez que estraga um bom fluxo de bens ou serviços e é suscetível de influenciar negativamente a qualidade e a produtividade, sendo que o excesso de produção tende a gerar tempos de espera e de armazenamento excessivos. Como resultado os defeitos podem não ser detetados tão rapidamente, os produtos podem-se deteriorar e podem-se criar pressões nas cadências de produção. Adicionalmente, o excesso de produção pode promover o aumento do *stock* intermédio o que pode resultar no afastamento físico dos postos onde as operações são efetuadas e, deste modo, uma consequente degradação de comunicação (Hines *et al.*,2004).

**Espera:** Quando o tempo é utilizado de forma ineficiente, então ocorre o desperdício denominado espera. Num cenário de fábrica este desperdício ocorre sempre que os componentes não se estão a mover ou a ser trabalhados. Este desperdício refere-se tanto a componentes como a trabalhadores, cada um despendendo tempo em espera sendo que, idealmente, se não existissem tempos de espera, obter-se-ia um fluxo de componentes mais rápido. Assumindo que os tempos de espera não deveriam ser causados pelo excesso de produção, mas admitindo que este cenário poderá ocorrer, quando falamos em tempos de espera para os trabalhadores estes poderiam ser utilizados em atividades como: treino, ações de manutenção ou atividades *kaizen* (Hines *et al.*,2004).

**Transporte:** Este tipo de desperdício envolve a movimentação de componentes. Levada ao extremo, qualquer movimentação na fábrica pode ser vista como desperdício, sendo que na impossibilidade da sua remoção total procura-se a sua minimização. Adicionalmente a dupla manipulação manual e os movimentos excessivos suscetíveis de causar danos e deterioração também podem ser considerados desperdícios (Hines *et al.*,2004).

**Processo:** Ocorre em situações onde se utilizam soluções exageradamente complexas para procedimentos simples, como a utilização de uma máquina grande e com pouca flexibilidade em vez de várias pequenas e flexíveis. O excesso de complexidade geralmente desencoraja os responsáveis no combate ao excesso de produção e, pelo contrário, leva a que encorajem os trabalhadores a produzir mais dado que desejam recuperar os elevados investimentos feitos na aquisição dessas máquinas. O ideal é ter equipamentos mais pequenos e capazes de cumprir os requisitos necessários, em termos de quantidade e qualidade, colocados próximo da máquina subsequente (Hines *et al.*,2004).

**Inventário:** Os *stocks* desnecessários tendem a aumentar o tempo de fluxo dos produtos, não facilitam a identificação de potenciais problemas, aumentam o espaço necessário e promovem a degradação da comunicação. O inventário desnecessário cria custos significativos de armazenamento o que resulta numa menor competitividade da organização (Hines *et al.*,2004).

**Defeitos:** Ocorre na produção de componentes com defeitos, de materiais que têm que ser retrabalhados ou que são tidos como sucata. A sucata e a retificação desses materiais-representam custos acrescidos, além dos desperdícios relacionados com espera, imputados ao posto seguinte, acrescentando custo e tempo de produção ao produto. Muitas vezes, para a empresa compensar a



produção defeituosa recorrem a horas extras, lotes maiores e mais transportes. Quando os defeitos são detetados apenas pelo cliente é ainda mais grave, pois pode implicar mais custos com garantias e entregas adicionais para além de prejudicar a imagem junto do cliente comprometendo assim, negócios futuros e reduzindo a cota de mercado (Hines *et al.*,2004).

**Movimento:** Refere-se a operações, processos ou movimentos que não são realmente necessários para executar as operações. Estes envolvem movimentos ergonómicos que podem ser evitados como aqueles em que os trabalhadores têm que se esticar, dobrar ou pegar. Este desperdício pode causar cansaço nos trabalhadores, reduzir a produtividade ou gerar problemas de qualidade (Hines *et al.*,2004).

**Conhecimento:** Corresponde ao não aproveitamento do potencial das pessoas, isto é, o seu conhecimento, experiência e inteligência.

### 2.2.2 MAPA DA CADEIA DE VALOR

Neste ponto apresenta-se uma breve descrição de uma ferramenta *Lean* muito utilizada para perceber o funcionamento do sistema e identificar os desperdícios existentes.

O mapa da cadeia de valor conhecido por VSM (*Value Stream Mapping*) é uma ferramenta de gestão visual (Pinto 2009) desenvolvida por Rother *et al* (1999), e que se focaliza numa família de produtos para criar uma imagem clara dos fluxos atuais de materiais e informação. Este permite aos gestores ter uma visão global dos processos, não se concentrando apenas em processos individuais. O VSM é simples e eficaz e, numa primeira fase, ajuda a gestão, a engenharia e as operações a reconhecerem os desperdícios e a identificarem as suas causas.

Esta ferramenta engloba o fluxo de materiais e o fluxo de informações e é bastante útil no processo de visualização da situação atual e na elaboração da situação futura.

Os símbolos VSM utilizam uma linguagem comum, simples e intuitiva o que auxilia o entendimento desta ferramenta. O *lead time* necessário para realizar uma dada tarefa, trabalho, produto ou serviço é uma das características mais evidenciadas e importantes na utilização deste método uma vez que é o equilíbrio e redução do *lead time* que vai permitir demonstrar as melhorias conseguidas em relação à situação inicial.

## 2.3 ABASTECIMENTO DAS LINHAS

Neste ponto serão abordados alguns dos aspetos teóricos relacionados com a forma como o abastecimento das linhas de montagem ou produção pode ser realizado. Assim, nesse contexto serão abordados: o sistema *pull* e o sistema *push* e os *Automated Guided Vehicles*.

### 2.3.1 O SISTEMA *PULL* E O SISTEMA *PUSH*

O sistema *pull* e o sistema *push* são duas filosofias de produção opostas. No primeiro sistema (*pull*), a ideia base é que deve ser o cliente a iniciar todo o processo de produção. Já no sistema *push* os produtos são ‘empurrados’ para o cliente baseando-se em previsões de procura.

Na obra de referência *Lean Thinking* de Womack e Jones (1996) o sistema *pull* é referido na sua versão mais simplista, e significa que nada deve ser produzido até o cliente o pedir. Na prática é um pouco mais complicado, a lógica e desafio do sistema *pull* começa com o cliente real a requisitar um produto, e a partir daí é necessário recuar através de todas as fases de produção até ter o produto desejado pelo cliente. Este é, então, um sistema em cascata de produção e instruções de entrega desde a base da cadeia de produção até ao cimo, em que nada é produzido na base enquanto não houver sinal de necessidade (figura 2).

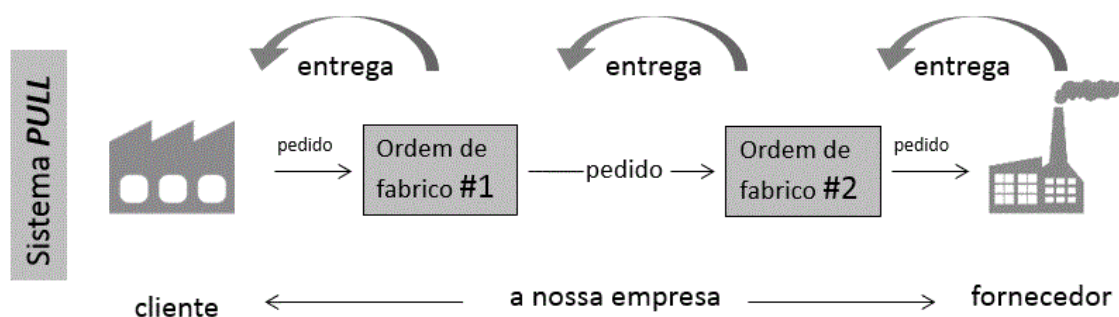


Figura 2 - Sistema *pull* (adaptado de Pinto, 2009).

O sistema *push* baseia-se em “empurrar” os produtos para o mercado (figura 3), funciona através de previsões a longo prazo o que pode resultar, deste modo, em vários problemas quando há variações dos padrões da procura (Riezebos, 2009) sendo este tipo de sistema é cada vez menos utilizado pelas organizações

Pinto (2009), referiu alguns problemas desta metodologia: materiais obsoletos em *stock*, incapacidade de resposta a alterações dos padrões da procura e efeito *bullwhip* – distorção da perceção da procura na cadeia de abastecimento (*stocks* excessivos, grande variação nos processos de fabrico, não satisfação do cliente devido a baixos níveis de serviço).

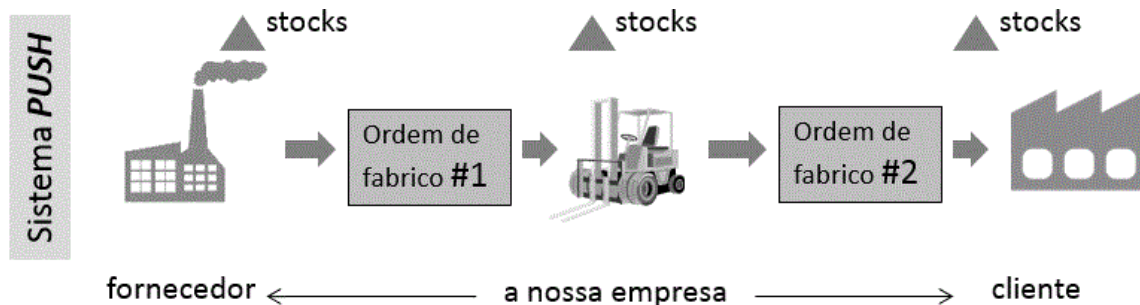


Figura 3 - Sistema *push* (adaptado de Pinto, 2009).

### 2.3.2 AUTOMATED GUIDED VEHICLES

Os *Automated Guided Vehicles* (AGV) são o mais antigo segmento de robots móveis (Alonzo *et al.*, 2007). Os principais utilizadores desta tecnologia são a indústria automóvel, embora se encontre também noutras indústrias, como são os casos da distribuição e armazenamento, da indústria do papel, têxtil e metal.

Embora existam vários tipos de AGV especializados, podem definir-se três tipos principais (figura 4): (a) rebocadores ou tratores para puxar cargas passivas, (b) os de cargas unitárias em que o AGV transporta uma única plataforma, (c) e os AGV empilhadores que realizam, a carga, o transporte e a descarga (Alonzo *et al.*, 2007).



**Figura 4 - (a) AGV rebocador, (b) AGV unitário, (c) AGV empilhador.**

Grande parte do sucesso histórico deste tipo de veículos passou pela aposta no melhoramento dos ambientes e das estruturas necessárias ao seu funcionamento, especificamente o chão liso e a disponibilidade de uma infraestrutura que permita suportar o comando destes veículos. Outros elementos a ter em consideração no projeto deste tipo de sistemas incluem: reduzir velocidades de transporte a níveis que garantam a segurança; centralizar o comando de prioridades entre AGV; dedicar vias apenas para estes veículos que devem, o mais possível, ser mantidas limpas e livres (Alonzo *et al.*, 2007).

Os sistemas de orientação de AVG contam com mais de 50 anos de desenvolvimento, sendo que existiram três tecnologias que prevaleceram, são elas: (i) orientação por fios, esta tecnologia utiliza fios embutidos no chão que são detetados por indução, de forma a determinar a posição das laterais dos veículos. (ii) orientação por inércia, esta tecnologia utiliza giroscópios e a roda de odometria (medição da distância percorrida), componentes magnéticos são colocados no chão, com distâncias regulares de forma a garantir intervalos de segurança e a movimentação dos AGV robustos, (iii) orientação a laser, esta tecnologia utiliza um laser emissor-recetor que é montado no veículo, ele deteta o sinal dos refletores colocados em locais estratégicos e em seguida efetua uma triangulação e obtém uma localização precisa (Alonzo *et al.*, 2007).

## 2.4 KEY PERFORMANCE INDICATORS

Os *Key Performance Indicators* (KPI) são medidas e métricas que auxiliam suportam e ajudam as empresas a atingir objetivos críticos. Na filosofia *Lean* os KPI são importantes para perceber e melhorar a performance industrial, tanto na perspectiva de eliminação de desperdícios como na perspectiva de alcançar os objetivos estratégicos da organização.

Todas as empresas medem o seu próprio desempenho de alguma forma mas, normalmente essas medidas são baseadas em informação histórica. Apesar de haver valor nas análises históricas, é um princípio fundamental nos KPI serem atuais ou de futuro. É também crítico que os KPI *Lean* estejam alinhados com as estratégias e objetivos das empresas e sejam implementados de tal forma que apoiem a implementação de alterações positivas no sistema.

Os KPI *Lean* podem ser extremamente úteis para a exposição, quantificação e visualização dos desperdícios que são a essência e tema central do TPS. Podem também ser extremamente efetivos a influenciar toda a organização, promovendo o espírito competitivo e o pensamento *kaizen* (melhoria contínua). De uma outra forma os KPI permitem obter informação útil, de confiança e exata. E, assim, é importante de uma forma cuidada definir e documentar a metodologia de medição antes de implementar um KPI. Metas e desejos são normalmente vagos, enquanto os KPI são bastante específicos e, como os KPI são indicadores de progresso e performance, é vital que todos que os utilizam acreditem na sua precisão.

Como refere Pinto (2009) existem vários tipos de KPI operacionais, financeiros ou outros, de acordo com a aplicação pretendida. A nível operacional, as métricas usualmente mais utilizadas são as apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Vários tipos de KPI operacionais Pinto (2009).

Métricas <i>Lean</i>	Fórmula
<b>Eficiência</b>	$E = \frac{\text{Resultados alcançados}}{\text{Resultados esperados}} \times 100\%$
<b>Disponibilidade</b>	$D = \frac{\text{Tempo útil}}{\text{Tempo disponível}} \times 100\%$
<b>Ocupação</b>	$O = \frac{\text{Carga}}{\text{Capacidade}} \times 100\%$
<b>Eficiência Global</b> OEE ( <i>overall equipment efficiency</i> )	$OEE = E \times D \times O$
<b>Takt<sup>3</sup> time</b>	$\text{Takt time} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Procura}}$
<b>Rotação de stocks</b>	$RS = \frac{\text{Volume total de vendas}}{\text{Valor dos stocks}}$
<b>Bem à primeira</b> FTT ( <i>First Time Through</i> )	$FTT = \frac{\text{Unidades no processo} - (\text{defeitos} + \text{retrabalho})}{\text{Unidades no processo}}$

Terminada esta breve explicação dos conceitos teóricos necessários para suportar o caso prático, nos próximos capítulos apresenta-se a empresa onde este se realizou assim como o caso de estudo.

<sup>3</sup> Takt time – determina a cadência de produção de forma a adequar esta à taxa de procura dos consumidores.



# CAPÍTULO III

---

## ESTRUTURA DO CAPÍTULO

### 3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

#### 3.1 GRUPO RENAULT-NISSAN

#### 3.2 RENAULT CACIA SA

##### 3.2.1 ORGANIGRAMA DA RENAULT CACIA

##### 3.2.2 PRODUTOS, CLIENTES E FORNECEDORES

##### 3.2.3 ETAPAS DE PRODUÇÃO MECÂNICA

##### 3.2.4 LINHAS DE MONTAGEM DE CAIXAS DE VELOCIDADES

#### 3.3 PROJETO *LEAN* CAIXAS DE VELOCIDADES

##### 3.3.1 INDICADOR CHAVE



### 3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo, de forma a contextualizar o caso de estudo, será apresentada a empresa onde este se realizou assim como o enquadramento do projeto que se encontrava em desenvolvimento na empresa, no âmbito do qual se desenvolveu o trabalho descrito neste relatório, será também apresentado o indicador chave as suas várias componentes e os resultados de 2014.

#### 3.1 GRUPO RENAULT-NISSAN

A Renault é um grupo que concebe, desenvolve, fabrica e comercializa veículos particulares e utilitários em 134 países. É composto por 38 locais de produção implantados em 17 países, onde foram produzidos cerca de 2,6 milhões de veículos em 2013. A Renault tem uma vasta gama de modelos, desde o mais compacto ao mais espaçoso. O desportivo também tem o seu lugar nesta gama, ilustrado pelo compromisso da Renault com a Fórmula 1. Em 1999, a empresa adquiriu uma dimensão ainda mais global, fazendo uma aliança com o construtor japonês Nissan. As duas empresas uniram-se numa relação de longo prazo baseada em três princípios: o respeito pela entidade de cada empresa, o respeito pela autonomia e o desenvolvimento de sinergias, com o objetivo de melhorar o desempenho de ambas as empresas (Renault, 2014). Por exemplo, a utilização, pela aliança, de plataformas e componentes comuns serve para reduzir os custos de desenvolvimento de veículos. Ainda em 1999, com a aquisição do construtor romeno Dacia e, um ano mais tarde (2000), com a criação da sociedade sul-coreana Renault Samsung *Motors* confirma-se a vontade do grupo Renault-Nissan em conquistar novos mercados. Para fortalecer a sua internacionalização, o grupo também consolidou várias parcerias e *joint ventures*<sup>4</sup> com empresas estrangeiras tal como Mahindra, na Índia; Pars Khodro, no Irão; e AvtoVAZ na Rússia (Renault, 2014).

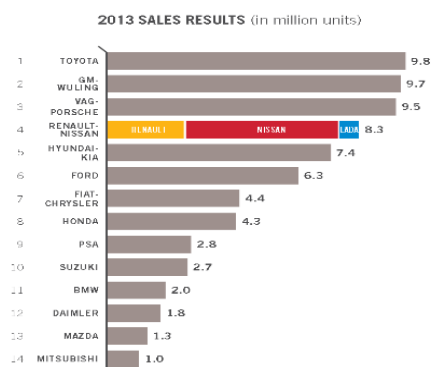


Figura 5- Resultados das vendas em 2013 retirado Brochura institucional Renault.

O grupo tem fortes perspectivas de crescimento, encontrando-se em 2013 em quarto lugar na lista de vendas (figura 5), tendo em consideração as novas parcerias e investimentos em mercados

<sup>4</sup> *Joint ventures* – (Empreendimento conjunto) Associação de empresas, que pode ser definitiva ou não, com fins lucrativos, para explorar determinado(s) negócio(s), sem que nenhuma delas perca sua personalidade jurídica. Difere da sociedade comercial (*partnership*).



emergentes como a América do Sul e o seu principal mercado Brasil, onde o grupo Renault-Nissan aumentou a sua fábrica em Curitiba e construiu uma nova fábrica da Nissan em Resende. O grupo pretende promover sinergias e aumentar quotas de mercado e número total de veículos vendidos. Desta forma foi criada a *Common Module Family* (CMF) que representa um passo chave na integração da aliança Renault-Nissan e o avanço de uma significativa fonte de sinergias. Este CMF não é um esquema convencional de *platform sharing*, mas sim um sistema de arquitetura modular que diseca os veículos em cinco zonas fundamentais: o compartimento do motor, cockpit, parte interna da frente, parte interna de trás e a arquitetura elétrica e eletrónica do veículo. Este sistema de arquitetura modular permite ao grupo construir uma vasta gama de veículos a partir de uma menor quantidade de peças, resultando em maiores poupanças e num maior valor para os clientes (Renault, 2014).

### 3.2 RENAULT CACIA SA

A Renault CACIA é uma fábrica do grupo Renault (figura 6), que produz órgãos e componentes para a indústria automóvel desde Setembro de 1981. A Fábrica está localizada num dos mais importantes centros industriais do país - Aveiro - onde a convergência de acessos é favorecida pela geografia, o que vem dinamizar a indústria e consequentemente, contribuir para os índices de desenvolvimento económico.

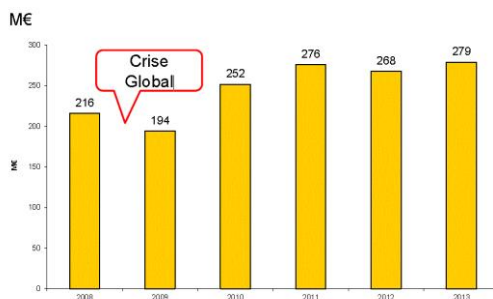
A Renault CACIA dispõe de sofisticados meios de controlo de qualidade e ensaios, e procura reafirmar continuamente o domínio de todo o processo produtivo e competências para implementar a industrialização de projetos utilizando as metodologias mais avançadas e recomendadas pelo Grupo Renault. A Renault CACIA produz atualmente caixas de velocidades assim como vários componentes para motores, nomeadamente bombas de óleo, árvores de equilibragem e outros componentes de ferro fundido e alumínio. A totalidade dos produtos destina-se a fábricas de montagem de veículos e de mecânica Renault e Nissan situadas atualmente em países como Espanha, França, Roménia, Turquia, Eslovénia, Brasil, Chile, Marrocos, África do Sul, Irão e Índia.



Figura 6 - Fábrica Renault CACIA retirado Brochura institucional Renault.

A fábrica contava, em Junho 2014, com 1106 colaboradores, dos quais 65% eram considerados mão-de-obra direta (MOD) e 35% eram considerados mão-de-obra de estrutura (MOS). A sua área fabril comporta 340000 m<sup>2</sup>, dos quais 70000 m<sup>2</sup> são cobertos.

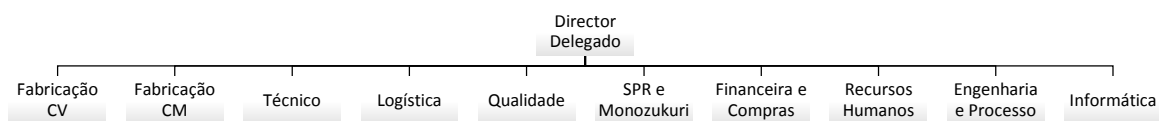
O volume de negócios da fábrica em 2014 foi de 262 M€, o que representa um pequeno decréscimo em relação aos anos anteriores como se verifica na figura 7.



**Figura 7 - Volume de vendas da Renault CACIA.**

### 3.2.1 ORGANIGRAMA DA RENAULT CACIA

A fábrica da Renault CACIA está organizada em 10 (dez) departamentos sendo que cada um destes tem um líder que responde diretamente ao diretor delegado, como está exposto na figura 8.



**Figura 8 - Organigrama da Renault CACIA.**

Por sua vez, os departamentos estão organizados em Unidades Elementares de Trabalho (UET). Existem três grandes tipos de UET, as de fabricação, as de suporte e as terciárias. As UET de fabricação são aquelas que estão diretamente ligadas à maquinaria e montagem; as UET de suporte são todas aquelas que dão apoio e suporte à maquinaria e montagem, como por exemplo qualidade, manutenção, progresso contínuo; e as UET terciárias são aquelas que têm funções a nível administrativo. Os departamentos de fabricação, devido à elevada quantidade de UET que agregam, estão divididos em dez Ateliers, seis que englobam a fabricação de Caixas de Velocidade (CV) e quatro que pertencem à fabricação Componentes de Motores (CM).
















Figura 9 – Organização da empresa.

A figura 9 descreve como se relacionam os diferentes patamares de decisão dentro da fábrica desde a gestão de topo até chegar às unidades elementares de trabalho e ao posto de trabalho. Sendo que o posto de trabalho é apresentado como o núcleo central de toda a estrutura e os restantes sectores têm como principal função proporcionar as melhores condições de trabalho possíveis.

### 3.2.2 PRODUTOS, CLIENTES E FORNECEDORES

A Renault CACIA está dividida em dois edifícios, ambos dedicados à produção de diversos componentes (ver tabela 2) sendo que um produz essencialmente peças para os motores e o outro produz e monta componentes de caixas de velocidades.

Tabela 2 - Componentes produzidos nos edifícios Motores e Caixas de Velocidades.

Componentes Motores	Componentes Caixas de velocidades
<p>PRODUTOS – COMPONENTES MECÂNICOS</p>  <p>Bombas de Óleo F, H, K4, K9, M</p>  <p>Árvores Equilibragem M1D</p>  <p>Tambor M</p> <p>COMPONENTES EM ALUMÍNIO MOTOR H</p>  <p>Carter distribuição H5</p>  <p>Carter intermédio H5</p>  <p>Tampa Culassa H5</p>  <p>Apoio Cambota H4/5 (aço)</p>	 <p>CV JR</p>  <p>CV ND</p> <p>Pinhões JR, PK</p>  <p>Árvores Prim./Sec. JR</p>  <p>Caixa Diferencial e Coroa JR, ND</p>  <p>Carters CV TL4, JR, ND, JH</p> 

A Renault CACIA está inserida no contexto logístico europeu do grupo Renault, onde existem orientações que definem a preferência por fornecedores continentais. Assim, pode-se constatar na figura 10 que 97% dos fornecedores são europeus e que estes fornecem 80% das referências de peças utilizadas na fábrica, sendo as restantes provenientes do Japão.

## 119 FORNECEDORES | 1 173 REFERÊNCIAS

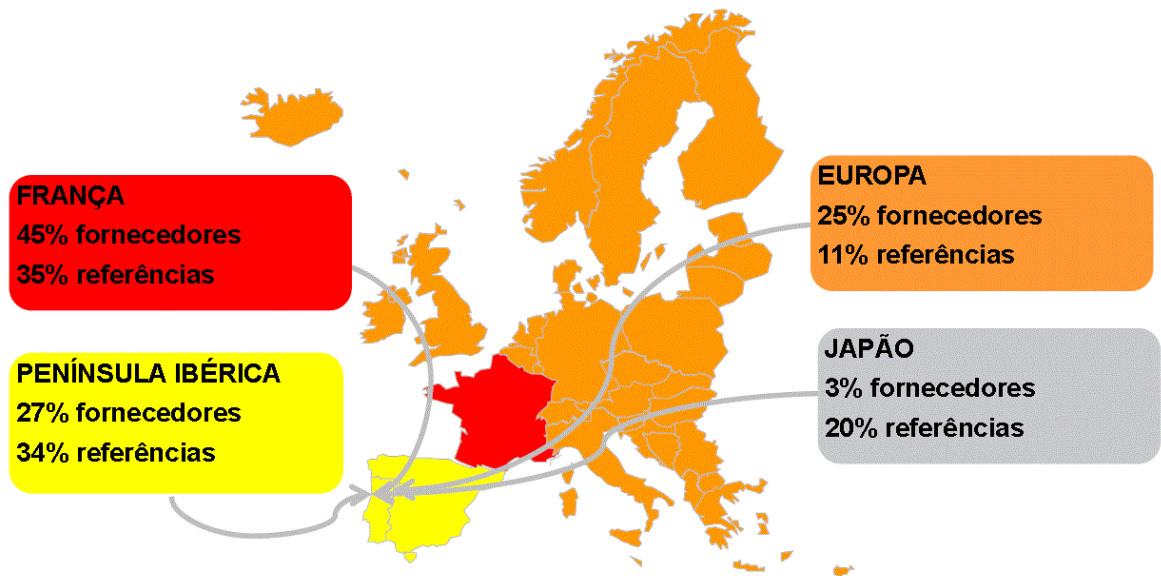


Figura 10 - Localização dos fornecedores da Renault CACIA.

A figura 11 expõe o cartel de clientes da fábrica, assim como as percentagens de fornecimento de componentes a esses clientes (a título de exemplo a caixa de velocidade da família JR - CV JR, representa 54% do fornecimento feito aos clientes).

Como se pode verificar os diferentes componentes são fornecidos a fábricas da Renault e da Nissan espalhadas por quatro continentes.

## CLIENTES

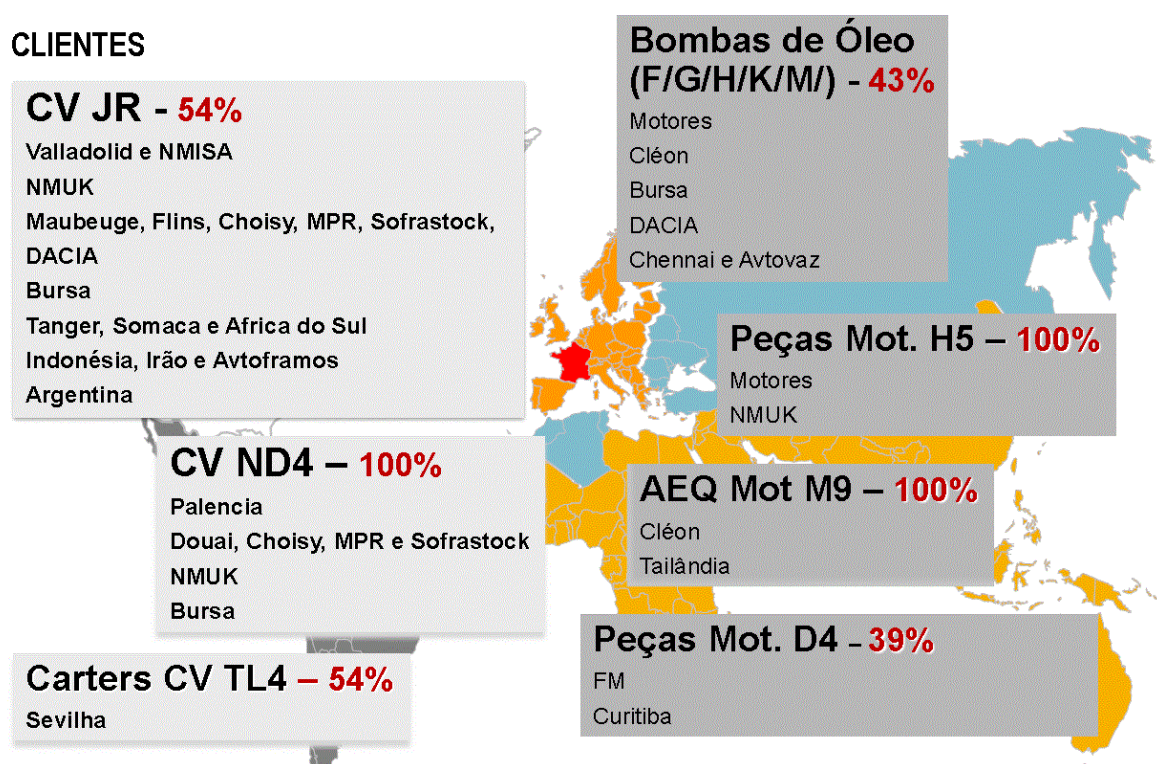


Figura 11 - Localização dos clientes da Renault CACIA.

Após uma apresentação geral do grupo e da empresa, explica-se, nos pontos seguintes, o processo produtivo da Renault CACIA.



### 3.2.3 ETAPAS DE PRODUÇÃO MECÂNICA

O processo de transformação e fabricação de componentes da Renault CACIA pode ser resumido em seis etapas principais que se descrevem de seguida.

1. **Entrega das peças em bruto** - A Renault CACIA compra as peças em bruto ao exterior. As peças em bruto são provenientes das fundições e vão, ao longo do processo produtivo, sofrer várias transformações.
2. **Maquinação** - O processo de maquinação de precisão consiste em dar as características definitivas às peças provenientes da fundição através das máquinas-ferramentas. As peças maquinadas são as denominadas Peças Brancas (PB).
3. **Soldadura** - No caso dos pinhões é utilizada a tecnologia de soldadura por feixe de eletrões. Esta operação consiste em ligar duas peças através da utilização da energia cinética dos eletrões projetados a grande velocidade sobre o material das peças. A aceleração dos eletrões aumenta a temperatura dos materiais até à fusão dos mesmos, formando assim um cordão de soldadura e permitindo a ligação entre duas ou mais peças separadas (Brochura Institucional, 2014).
4. **Tratamento térmico** - As peças passam por fornos para melhorar as suas características. O tratamento de carbonitruração é um tratamento termoquímico que tem como objetivo o enriquecimento em carbono e em azoto da camada superficial de uma peça. Este enriquecimento realiza-se com o contato da peça numa atmosfera gasosa, rica em carbono e azoto. Após a operação de enriquecimento superficial, a peça é temperada de modo a obter a dureza da camada enriquecida. Este tratamento dá às peças mecânicas características especiais, tornando-as capazes de suportar eventuais agressões como:
  - Fadiga à flexão e à torção;
  - Fadiga superficial sob carga moderada: rolamento, rolamento-deslizante;
  - Desgaste por abrasão;
  - Choques;
  - Rutura em flexão do pé do dentado (Brochura Institucional, 2014).Ao longo do desenvolvimento do trabalho, o tratamento térmico será referido como TT. É de mencionar que as peças tratadas são chamadas Peças Negras (PN).
5. **Fosfatação** - A fosfatação é uma operação de tratamento termoquímico dos metais. Permite às peças, em contacto com uma solução de ácido fosfórico saturado de um fosfato metálico, receberem uma camada fina de fosfatos no sentido de melhorar a sua resistência à corrosão e aumentar a sua aderência às pinturas. Ao mesmo tempo, facilita a lubrificação e diminui o atrito, evitando assim pontos quentes que com o tempo poderão traduzir-se em gripagens (Brochura Institucional, 2014).
6. **Retificação** - É uma operação realizada após o tratamento térmico ou fosfatação. A retificação de dentados é utilizada seletivamente sempre que é exigido um elevado grau de precisão (Brochura Institucional, 2014).

Os componentes, depois de maquinados e/ou retificados, podem ser expedidos diretamente para clientes ou ser incorporados em produtos mais complexos em linhas ou células de montagem. No ponto seguinte explica-se o funcionamento das linhas de montagem de caixas de velocidades.

### 3.2.4 LINHAS DE MONTAGEM DE CAIXAS DE VELOCIDADE

A fábrica Renault CACIA tem duas linhas de montagem que produzem caixas de velocidades para o grupo Renault- Nissan, uma linha está dedicada exclusivamente à montagem da família JRQ, e a outra é versátil e monta caixas das famílias JRQ e ND. Estas linhas, implantadas na fábrica Renault CACIA desde 2001, foram sofrendo variadas alterações tendo em consideração as evoluções dos produtos, as novas políticas da fábrica e do grupo e novas tecnologias disponíveis.

De uma forma mais detalhada as linhas são conhecidas a nível interno como linha 2 (MB02) e linha 3 (MB03), sendo que a linha 1 (MB01) é uma linha dedicada à família JRQ que está neste momento localizada numa fábrica do grupo localizada em França.

Na MB03 é efetuada a montagem de caixas da família JRQ, sendo os carretos, árvores primárias, árvores secundárias e *Carters* fabricados a nível interno e os pequenos componentes fornecidos por entidades externas ao grupo. Na MB02 montam-se caixas da família JRQ que seguem o mesmo princípio da MB03, e são também produzidas caixas da família ND para as quais se recebem *Carters* fabricados na fábrica, carretos e árvores com origem em fábricas do grupo no Japão, e pequenos componentes de fornecedores externos ao grupo.

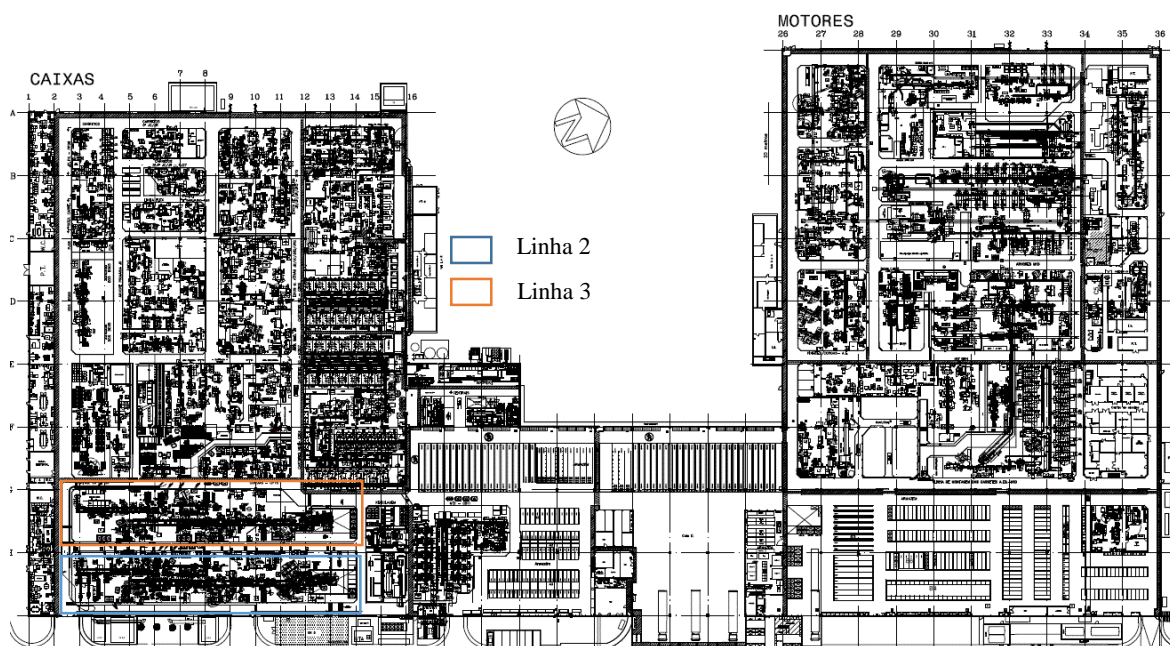


Figura 12 - Localização das linhas de montagem de Caixas de Velocidades.

Na figura 12 mostra-se a localização das duas linhas de montagem de caixas de velocidades da Renault CACIA situadas no edifício de componentes de Caixas. Este, para além de albergar as linhas de montagem, tem ainda um conjunto de células de fabrico responsáveis pela produção de um variado número de peças que são incorporadas nas caixas da família JR.

### 3.3 PROJETO LEAN CAIXAS DE VELOCIDADES

O projeto *Lean* nas caixas de velocidades na fábrica Renault-Cacia, iniciou-se a 17 de Dezembro de 2013, no seguimento de visitas às fábricas que revelam melhor desempenho a nível do grupo. O projeto iniciou-se com a elaboração de um *Master Planning*, plano esse que permitiu, de uma forma sintetizada, decompor em tarefas o principal objetivo que é melhorar o indicador chave.

Quando se iniciou o trabalho descrito neste relatório já tinham decorrido várias ações como: elaboração do *value stream map*, a melhoria de fluxos e *stocks* das pequenas embalagens, a criação de kits de peças com e sem diversidade. À data o projeto focava-se nas grandes embalagens, sincronização com peças fabricadas internamente e redução do NVA logístico nas linhas de montagem. Nesse sentido, perspetivava-se a construção de um polo de preparações numa zona adjacente às linhas de montagem de forma a retirar as grandes embalagens da linha. A filosofia *Lean* no Grupo Renault-Nissan tem como base o TPS, mas tem sido adaptada à realidade do grupo, sendo que nesse sentido foram criadas algumas ferramentas de suporte.

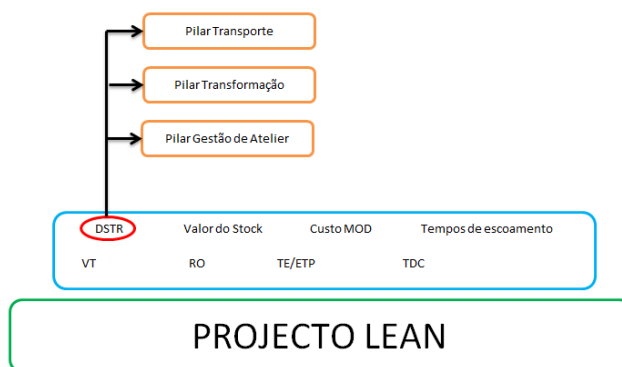


Figura 13 - Indicadores de rutura.

Na figura 13 são apresentados os indicadores de rutura da implementação *Lean*, como custos MOD (mão de obra direta), tempos de escoamento, valor do stock, RO (Rendimento Operacional), TDC (*Total Delivery Costs*), DSTR (*Design Standard Time Ratio*). No exemplo do DSTR são especificados três pilares essenciais para o seu desenvolvimento, concretamente o pilar da gestão ao nível do Atelier, o da transformação e o das movimentações. Neste último pilar é apresentado uma ferramenta, o iFA (*importance Factory Automation*) que consiste num projeto do grupo que pretende mobilizar todos os atores a nível de fábricas. Os departamentos das diferentes áreas devem avançar em conjunto, partilhar os seus problemas com vista a alcançar um compromisso possível para a fábrica como um todo, constituindo deste modo o *Want to Be*.

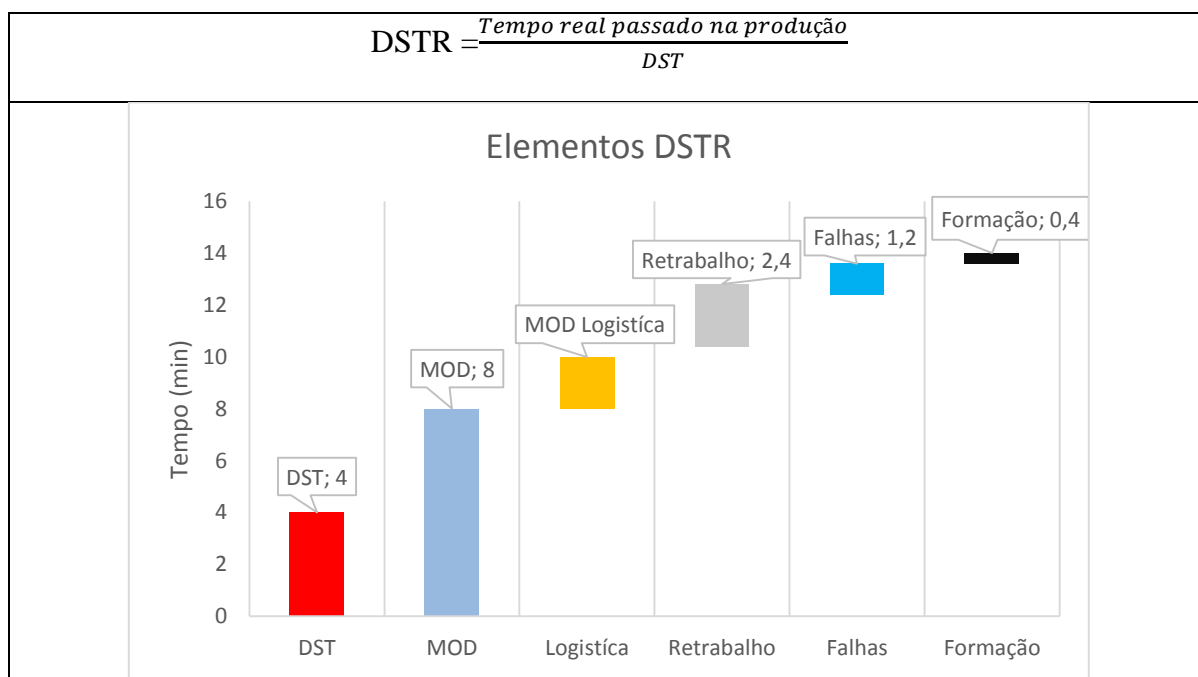
Os diferentes processos são assim tratados com uma abordagem abrangente, utilizando uma visão *Kaizen* mais global.

A ferramenta iFA apresenta como ganhos concretos, a produtividade, a MOD na cadeia de abastecimento, a qualidade, menos defeitos (manipulações limitadas, zero escolha de peças), a ergonomia, zona de trabalho, peças em kit próximo do operador, a gestão de diversidade, adaptabilidade às mudanças e uma melhoria do clima social, promovido pelas melhorias do ambiente de trabalho.



### 3.3.1 INDICADOR CHAVE

O projeto *Lean* na fábrica Renault CACIA surge no contexto da melhoria do seu desempenho nível de DSTR. Este é um indicador apresentado como essencial, uma vez que, de uma forma transversal e transparente, avalia todas as fábricas do grupo com linhas de montagem, com base nos mesmos parâmetros, o que influencia de uma forma direta a busca pela melhoria contínua. O DSTR é o rácio entre o tempo real utilizado na produção de um componente e o seu tempo teórico DST (*Design Standard Time*). O tempo real é medido através da verificação do tempo gasto por diferentes recursos (MOD e MOD Logística) e em diferentes atividades (retrabalho, falhas e formação) por unidade produzida. O DST corresponde a uma estimativa da duração das operações manuais que trazem valor acrescentado ao produto sendo que não são consideradas operações automatizadas ou operações terceirizadas. Os elementos que constituem especificamente o DSTR são o número de MOD envolvidos em operações diretas, MOD de logística, a recuperação de componentes e retrabalho, a formação *Kaizen* e as falhas.

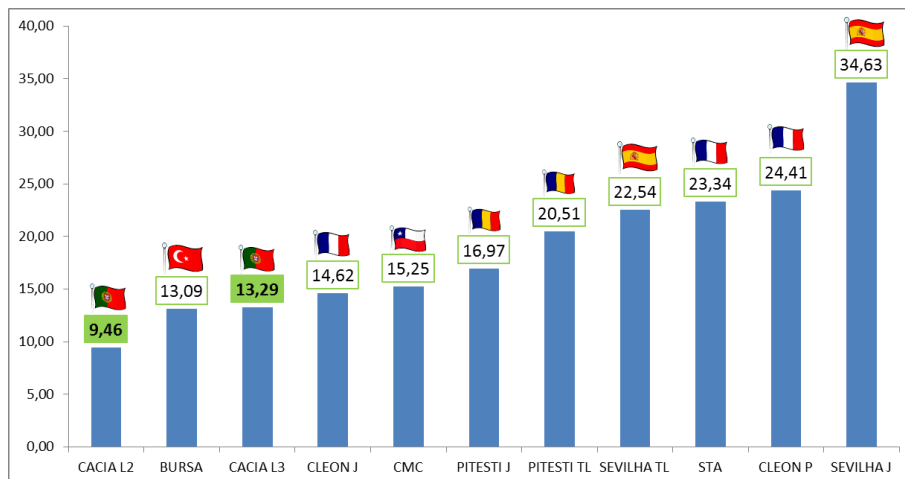


**Figura 14 - Fórmula e componentes DSTR.**

No exemplo apresentado na figura 14 podemos verificar que o tempo teórico DST é 4 minutos, e na realidade o tempo é de 14 minutos, ou seja cada minuto de DST na realidade corresponde a 3,5 DSTR.

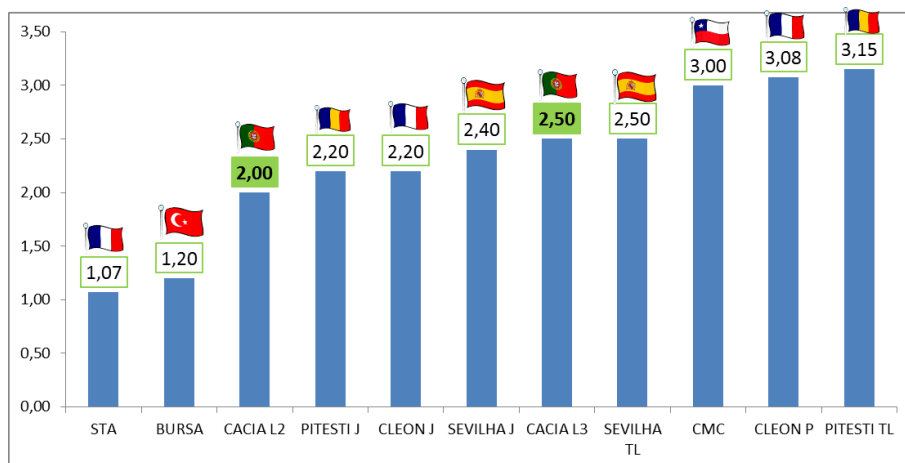
### 3.3.1.1 Componentes DSTR

Como demonstrado no ponto anterior o indicador DSTR é composto por vários componentes que, apesar de fazerem parte do indicador global, são comparados de forma individual permitindo, desta forma, ter uma noção real dos pontos mais penalizantes.



**Figura 15 - Comparação do componente MOD.**

Na figura 15 são apresentados os valores do componente referente à Mão-de-Obra Direta (MOD) das várias fábricas que albergam linhas de montagem de caixas de velocidades. Como se pode constatar, neste indicador as linhas da fábrica Renault CACIA apresentam bons valores sendo que a linha 2 (CACIA L2) se destaca claramente apresentando o melhor resultado do grupo.



**Figura 16 - Comparação do componente MOD Logística.**

Na figura 16 são apresentados os valores relativos à componente MOD logística, sendo que este é o valor em que este trabalho incide e pretende melhorar, reduzindo dentro dos possíveis este NNVA.

Na tabela 3 é apresentada a carta de compromisso, da linha 3 no indicador DSTR para 2014, e nesta é possível constatar que a fábrica comprometeu-se em reduzir o DSTR em trinta e duas décimas (0,32) e que, para a concretização dessa meta, atuou sobre os cinco componentes do indicador.

Um dos pressupostos do projeto *Lean* das caixas de velocidades é a existência do FF (Filme Firme), ou seja, a disponibilidade de peças no tempo certo na quantidade correta. Este trata-se de um fator crítico devido a panóplia de componentes produzidos internamente, que muitas vezes não estão disponíveis, provocando alterações nas Ordens de Fabrico (OF) das linhas de montagem. Isto resulta, essencialmente, do facto das UET de fornecimento funcionarem com o sistema *pull* e as linhas de montagem com o sistema *push*.

Partindo do FF, e no que diz respeito à MOD, a fábrica comprometeu-se com a redução de dois trabalhadores nas linhas de montagem e um na logística.

Em relação ao retrabalho foi definido um plano de rutura com a ‘não qualidade’ que consistiu na sensibilização dos colaboradores para este problema e a valorização e aproveitamento das suas ideias e sugestões para a redução de não conformidades.

Já em relação às falhas existiu um plano para a ‘não fiabilidade’ que passou por um aumento de ações de manutenção preventiva, ações de 5Ss<sup>5</sup> e maior atenção a potenciais zonas de falha. O FF é importante neste componente porque é uma falha que causa várias perturbações no funcionamento das linhas de montagem levando a situações, quando há a alteração deste durante os turnos, de dupla manipulação de peças, *stocks* excessivos nas zonas de trabalho e problemas de qualidade, maioritariamente devido a peças trocadas. No que toca aos componentes *kaizen* e formação a ideia foi melhorar o seu desempenho através de treino nos postos e criação de guias de boas práticas.

Tabela 3 - Carta de Compromisso DSTR.

Objetivos				
Componentes	Valor atual	Valor objetivo	Valor	Equivalente (MOD, peças...)
<u>FILME FIRME</u>	< 2h	24h na montagem + PN	> 45h	
<b><u>DSTR:</u></b>	<b>2,29</b>	<b>1,97</b>	<b>0,32</b>	<b>14,0%</b>
MOD	1,70	1,50	0,20	2 MOD
MOD Logística	0,27	0,17	0,11	1 MOD
Retrabalho	0,16	0,11	0,05	Plano rutura não qualidade
Falhas	0,02	0,02	0,01	Não fiabilidade+ FILME FIRME
<i>Kaizen</i> + Formação	0,14	0,17	0,03	

<sup>5</sup> 5Ss – são 5 termos japoneses começados por “S” utilizados para criar um ambiente cultural para a melhoria contínua e *Lean*.

Este foi o conjunto de ações previsto e implementado de forma a melhorar o DSTR, sendo possível verificar, na tabela 4, a evolução do indicador ao longo de 2014 e também que o objetivo foi atingido e ultrapassado.

**Tabela 4 - Evolução dos Valores DSTR em 2014.**

	jan-14	fev-14	mar-14	abr-14	mai-14	jun-14	jul-14	ago-14	set-14	out-14	nov-14
BURSA	2,11	2,11	2,00	2,06	2,07	2,10	2,09	2,16	2,13	2,05	2,03
<b>CACIA L2</b>	<b>2,52</b>	<b>2,43</b>	<b>2,44</b>	<b>2,39</b>	<b>2,36</b>	<b>2,19</b>	<b>2,32</b>	<b>2,29</b>	<b>2,29</b>	<b>2,16</b>	<b>2,15</b>
<b>CACIA L3</b>	<b>2,29</b>	<b>2,20</b>	<b>2,13</b>	<b>2,12</b>	<b>2,09</b>	<b>2,10</b>	<b>2,04</b>	<b>2,17</b>	<b>1,99</b>	<b>1,94</b>	<b>1,90</b>
CMC	2,56	2,50	2,46	2,21	2,50	2,40	2,42	2,39	2,31	2,32	2,30
CLEON J	<b>1,99</b>	<b>1,90</b>	<b>1,97</b>	<b>1,99</b>	<b>1,90</b>	<b>1,97</b>	<b>1,87</b>	<b>1,87</b>	<b>1,90</b>	1,91	1,95
CLEON P	2,24	2,19	2,13	2,11	2,09	2,09	2,19	2,19	2,23	2,01	2,06
SEVILLE J	2,82	2,85	2,92	2,88	2,87	2,84	2,83	2,86	2,67	2,76	2,76
SEVILLE TL	2,10	2,07	2,06	2,04	2,02	1,96	1,96	1,96	1,97	<b>1,89</b>	<b>1,85</b>
STA	2,72	2,66	2,56	2,70	2,83	2,83	2,70	3,15	2,93	2,66	2,39
PITESTI J	2,43	2,35	2,32	2,33	2,31	2,24	2,19	2,16	2,18	2,05	2,08
PITESTI TL	2,05	2,06	2,02	2,03	2,02	2,02	1,97	2,03	1,99	2,02	2,02

Estes resultados foram obtidos através da conjugação dos vários planos e das ações desenvolvidas, antes do início das ações propostas no âmbito do trabalho descrito neste relatório, em relação aos diversos componentes do DSTR.

No próximo capítulo apresentam-se as ações desenvolvidas neste trabalho e que procuram contribuir para este objetivo comum: a redução de DSTR.



# CAPÍTULO IV

---

## ESTRUTURA DO CAPÍTULO

### 4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

#### 4.1 OBJETIVOS A ATINGIR

#### 4.2 METODOLOGIA PROPOSTA

#### 4.3 OBSERVAÇÃO E RECOLHA DE DADOS

##### 4.3.1 *VALUE STREAM MAP* E CARTOGRAFIA DAS UET

##### 4.3.2 VA/NVA NAS LINHAS DE MONTAGEM

##### 4.3.3 FLUXOS LOGÍSTICOS

##### 4.3.4 REUNIÕES DE GRUPO

##### 4.3.5 ESTUDO DAS LINHAS

#### 4.4 PÓLO DE PREPARAÇÕES

#### 4.5 AUTOMATED GUIDED VEHICLES

##### 4.5.1 PINTURAS NO SOLO

##### 4.5.2 ALTERAÇÃO DOS SENTIDOS NAS VIAS DAS LINHAS DE MONTAGEM

#### 4.6 TESTES COM AGV

##### 4.6.1 MEDIÇÕES DOS TEMPOS DE CICLO E TESTES DE CARGA

#### 4.7 ELABORAÇÃO DOS MODOS DE FUNCIONAMENTO

#### 4.8 ANÁLISE DE RESULTADOS



## 4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Neste capítulo, de forma a demonstrar o trabalho desenvolvido durante o estágio, são apresentados os objetivos a atingir, assim como a metodologia, são também apresentados os dados obtidos e alguns dos já existentes. Numa fase posterior são apresentados os estudos das linhas e é apresentada a solução escolhida, serão também demonstrados os novos meios de transporte escolhidos e os testes efetuados, no final existe uma breve análise de resultados.

### 4.1 OBJETIVOS A ATINGIR

O projeto tem como objetivo, tal como referido anteriormente, a redução do *Design Standard Time Ratio* ou DSTR (indicador chave a nível interno) que engloba mão-de-obra, qualidade, performance da linha e rendimento operacional, enquadrando-se no trabalho de uma equipa de melhoria contínua e *Lean*. Nesse sentido pretende-se a redução das grandes embalagens na linha de montagem, recorrendo-se, para tal, à construção de um polo de preparações para grandes embalagens e à introdução de meios automáticos para o abastecimento das linhas de montagem. As grandes embalagens foram identificadas nas linhas de montagem da fábrica Renault CACIA como uma das principais fontes de Não Valor Acrescentado (NVA) sendo esta apenas uma das ações a decorrer para a redução deste indicador nas linhas de montagem. A título de exemplo são apresentados, na figura 17, os locais onde estão a decorrer intervenções de forma a obter melhorias na linha MB03.

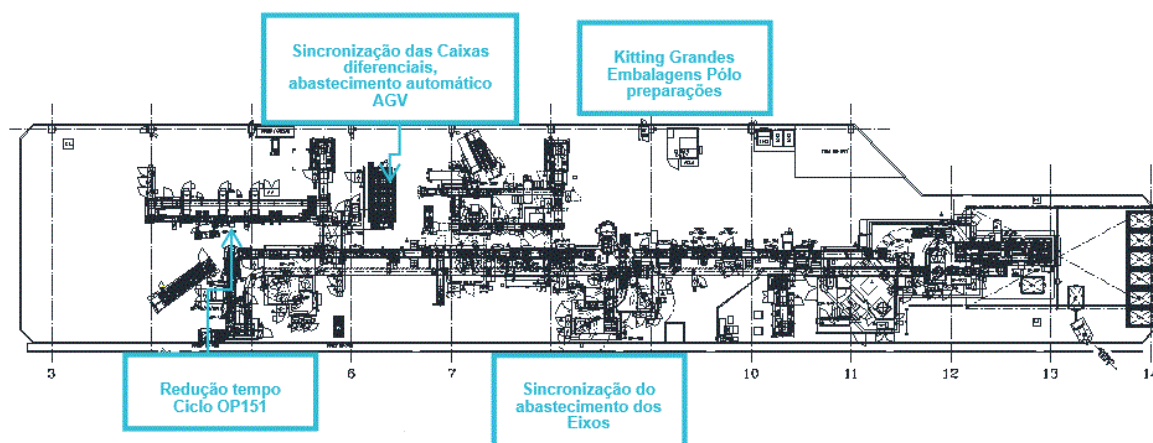


Figura 17 - Locais das intervenções e ações a desenvolver.

Adicionalmente existem outras problemáticas que vão surgindo, como são exemplos os problemas ergonómicos dos postos ou o alargamento da área de intervenção a outras secções produtivas. Assim, verificou-se a necessidade de não focalizar a análise apenas na linha de montagem, mas sim em todo o perímetro do edifício das caixas de velocidades. Mais concretamente considerar a sincronização de produção dos fornecedores de componentes internos como Eixos, *Carters*, e



Caixas diferenciais por forma a fornecerem diretamente a linha respeitando o seu planeamento de produção (filme) eliminando, sempre que possível, as movimentações sem valor acrescentado e os *stocks* intermédios.

## 4.2 METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta segue os passos do iFA que serve de ferramenta de suporte *Lean* no Sistema de Produção Renault (SPR). Esta metodologia recomenda que, numa primeira fase, se identifique o valor acrescentado nos processos, operações ou locais onde decorrerá o projeto *Lean*. A etapa seguinte passa por uma observação e levantamento da situação atual com o intuito de identificar os espaços que podem ser alvo de alteração e as tarefas a afetar numa eventual mudança. A nível de linhas de montagem sugere uma análise VA/NVA dos postos e dos fluxos logísticos através do mapa de cadeia de valor e cartografia das secções com a identificação das que se podem automatizar.

Num momento seguinte, são realizadas reuniões de grupo para analisar as propostas de melhoria, sendo o grupo de trabalho composto por elementos de diferentes áreas, tais como: produção, logística, qualidade e engenharia. Desta forma, consegue-se uma solução mais abrangente e consensual, tendo em consideração os constrangimentos existentes nomeadamente o funcionamento constante da linha, as zonas de carga/descarga já estarem definidas e a diversidade de peças abastecidas.

Das reuniões de grupo surgiram várias soluções, entre elas a melhoria e balanceamento dos postos das linhas, melhorando assim o VA de cada operação, o que passa pela construção de um polo de preparações de forma a melhorar e automatizar os fluxos logísticos, assim como promover a sincronização das várias fases desde a maquinação até à montagem. Este polo pretende servir de base para que se possam retirar as grandes embalagens (GE) das linhas de montagem o que facilitará a criação de uma estação inicial de carga e descarga necessária para a implementação dos AGV.

Neste sentido foi definida uma calendarização onde são incluídas as principais etapas do projeto do polo de preparações,-concretamente:-reuniões semanais do grupo *Lean*, observações e recolhas de dados, identificação de melhorias, aquisição de AGV, aquisição de carros de transporte de *Carters*, construção do polo de preparações, gestão informática do polo de preparações e gestão de tráfego de AGV.

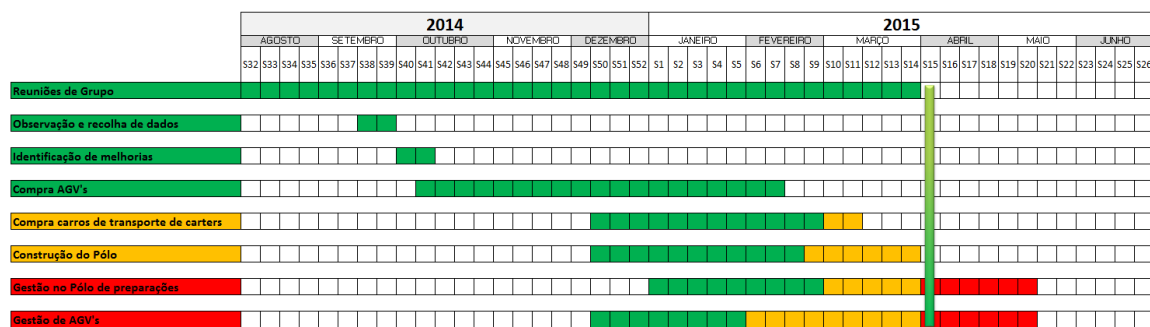


Figura 18 - Calendarização do projeto

A figura 18 apresenta as etapas concluídas no tempo e as que estão em atraso, sendo que, no início do projeto descrito neste relatório, o trabalho já tinha um atraso cinco semanas, em relação ao inicialmente previsto, o que se deve ao grau de complexidade das etapas não concluídas, e à falta de mão-de-obra qualificada a nível interno que consiga resolver estes problemas, o que implicou o recurso ao *outsourcing*<sup>6</sup>.

#### 4.3 OBSERVAÇÃO E RECOLHA DE DADOS

A observação e recolha de dados no projeto *Lean* caixas de velocidades iniciou-se com a construção de um mapa da cadeia de valor e a cartografia das linhas de produção, documentos que, de uma forma detalhada, especificaram os fluxos internos de peças, que sustentam as linhas de montagem.

De seguida foram feitos dois tipos de observação e recolha de dados, a primeira focalizou-se na observação do VA/NVA das linhas de montagem, este tipo de ação pretende evidenciar os postos com menor desempenho na linha, assim como demonstrar de que forma estão repartidas as tarefas do posto. A segunda centrou-se nos fluxos logísticos e, com o intuito de se obter um conhecimento mais aprofundado das tarefas dos *charlattes* (anexo A), veículos que garantem a 100% o abastecimento das linhas, foram efetuadas descrições detalhadas da função destes na linha de montagem. Dessa descrição resultaram três funções: a função denominada por *kanban* que faz o abastecimento de grandes embalagens e respetiva *enciclagem*<sup>7</sup>; a função denominada por voltas que efetua o abastecimento das pequenas embalagens e parafusos; e a função descarga, que faz o levantamento e armazenamento de caixas no final das linhas. Nestas três funções trabalham por turno de oito horas, cinco operadores de logística, distribuídos da seguinte forma: um dedicado ao *kanban* em cada uma das linhas, um dedicado às voltas em cada uma das linhas e um dedicado à descarga de ambas as linhas, ou seja são necessários 15 MOD de logística.

<sup>6</sup> *Outsourcing* - é um processo usado por uma empresa, no qual outra organização é contratada para desenvolver uma certa área da empresa.

<sup>7</sup> A *enciclagem* é um estrangeirismo que deriva do francês *encycle*. É um termo que se utiliza a nível interno e que significa inserir no ciclo de processo, no contexto da função de abastecimento *kanban*, refere-se a introduzir *Carters* e Caixas diferenciais nas linhas de montagem.

#### 4.3.1 VALUE STREAM MAP E CARTOGRAFIA DAS UET

O VSM do projeto *Lean* das caixas de velocidade foi uma ferramenta utilizada desde o início e como a literatura recomenda, serviu de auxílio para uma correta utilização das restantes metodologias *Lean*. Neste caso específico, e tendo em consideração que no edifício das caixas de velocidade muitas das UET são fornecedores diretos das linhas e produzem componentes para a montagem das caixas, o VSM das caixas de velocidades é então um documento que engloba não só a linha mas também todos os fornecedores de peças internos. Para isso foram construídos vários ficheiros (em Excel), que no VSM das caixas apenas são referidos genericamente, mas que estão devidamente detalhados em cada UET.

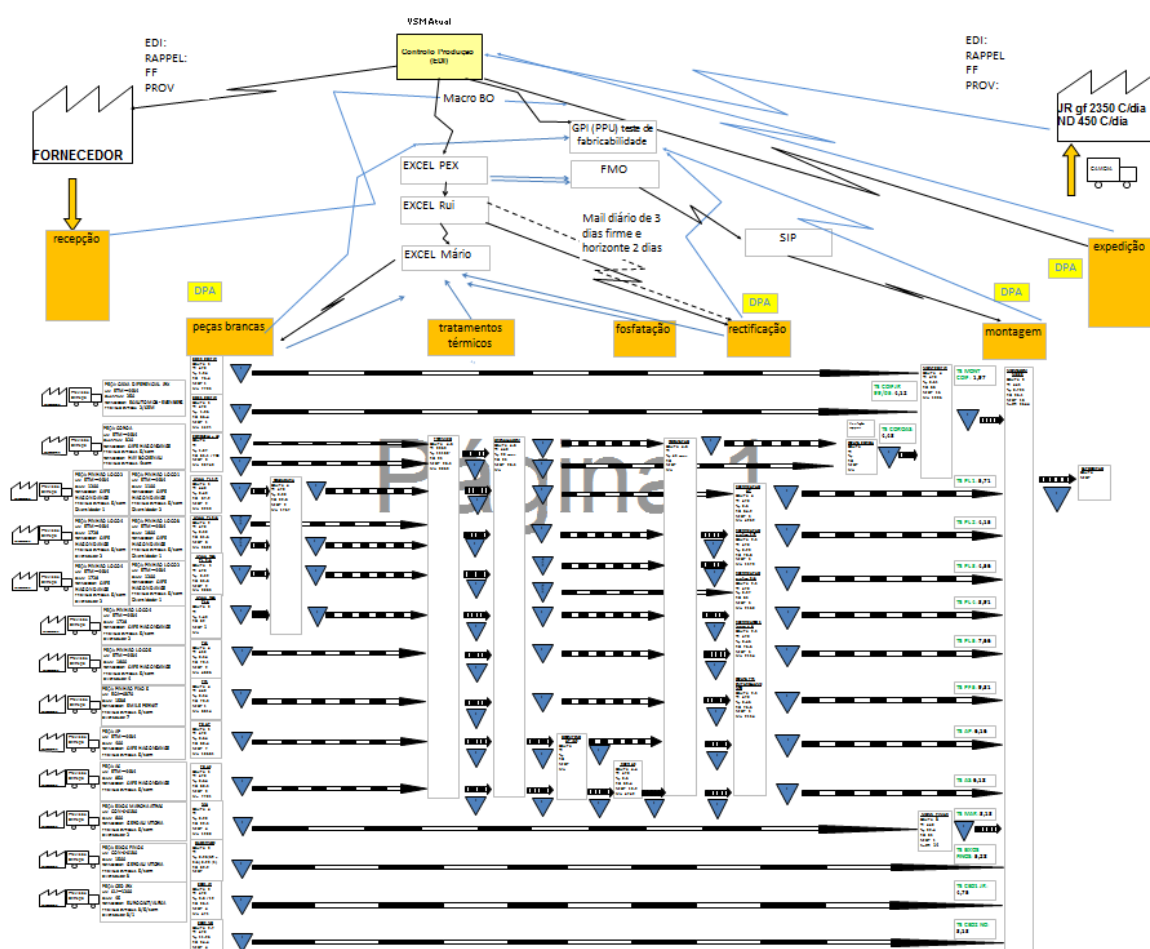






Figura 19 - VSM das Caixas de Velocidades Renault-CACIA

Na figura 19 é possível verificar o VSM de todo o edifício das caixas de velocidades, onde estão incluídos todos os processos até à montagem, como processos de peças brancas, tratamentos térmicos, fosfatação, retificação e montagem, assim como os *lead times*<sup>8</sup> dos fornecedores associados a cada tipo de peça, e os tempos de transformação desde o bruto peças brancas até à

<sup>8</sup> *Lead time* – tempo necessário para realizar uma dada tarefa, trabalho, produto ou serviço. É um tempo composto pelo tempo útil e o tempo não produtivo (Pinto, 2009).

retificação. Para a elaboração das cartografias das secções de trabalho o método utilizado segue as orientações da ferramenta IFA, que define os símbolos e as situações a utilizar da forma apresentada na tabela 5.

Tabela 5 - Símbolos e significado utilizados na cartografia das UET

	Operação	Controlo	Stock	Transporte
Símbolo				
Descrição	Processo ou operação na peça Utilizar um símbolo por processo	Medida, controlo visual Utilizar um símbolo por máquina ou zona de controlo	Zona de stock Zona de aprovisionamento	Transporte em carros, bases rolantes, AGV

A cartografia da UET (ver exemplo na figura 20) é um documento onde são demonstrados todos os *stocks*, operações e tipo de manipulações, desde que a peça chega no seu estado bruto até à sua entrega, quer seja a um cliente interno ou a um externo.

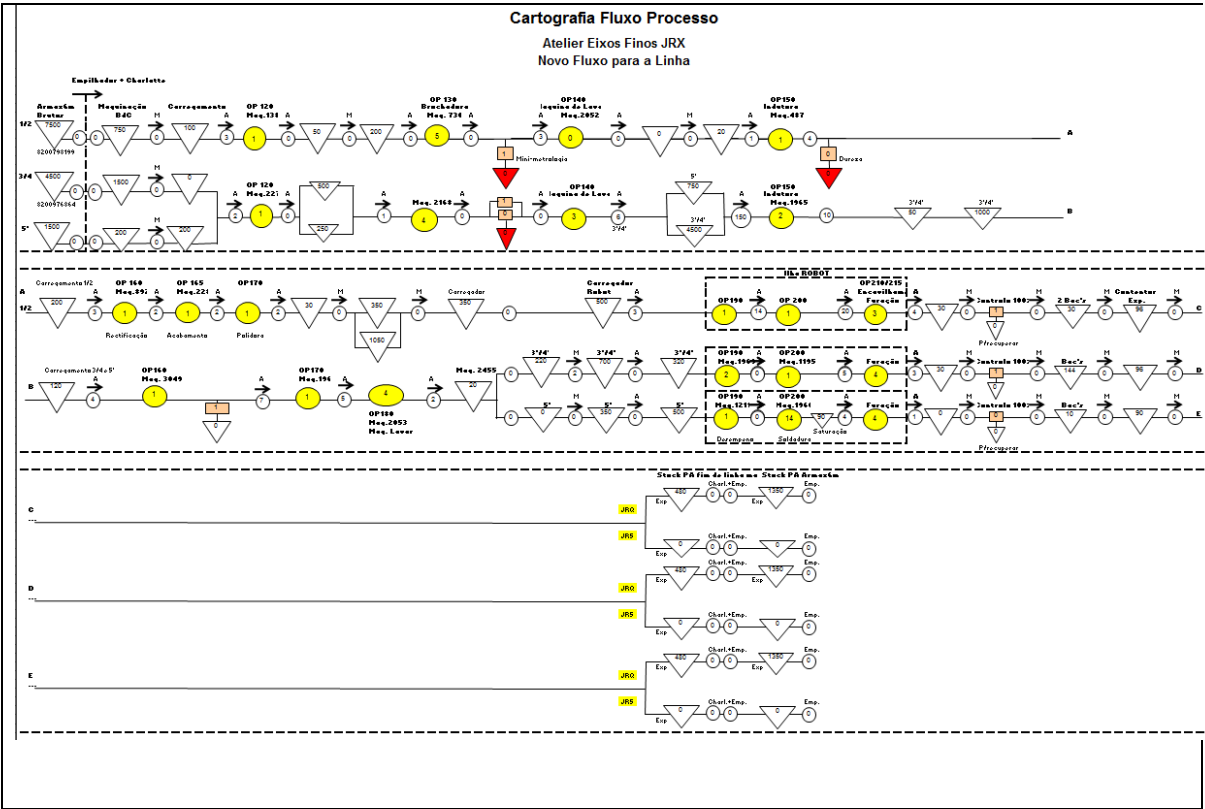


Figura 20 - Cartografia Eixos Finos JRX

Este tipo de documento permite identificar a quantidade de manipulações e a quantidade de *stock* entre operações, mas serve também de base para se iniciarem ações de redução desses *stocks* e dessas manipulações entre operações.

#### 4.3.2 VA/NVA NAS LINHAS DE MONTAGEM

O VA/NVA é uma observação intensiva que se efetua nos postos com intervenção de MOD e onde se utiliza o conceito de foto instantânea, isto é, nas linhas de montagem são escolhidas zonas onde se consiga controlar visualmente vários postos e em intervalos de tempo constantes, regista-se as tarefas que se estavam a executar nesse momento.

Neste tipo de recolha de dados, numa primeira etapa é efetuada uma reunião com todos os elementos que participam na ação, nesta reunião são especificadas para cada operação o que é considerado valor acrescentado e o que não é, são então criadas ou adaptadas as tarefas que fazem parte da folha de observação e são esclarecidas eventuais dúvidas que existam (e.g. pegar/montar, validação/controlo, inatividade). Este tipo de reunião permite uma uniformização dos dados recolhidos, uma vez que os elementos dos grupos de análise são de diferentes departamentos e por vezes a sua perceção das tarefas pode ser diferente.

As observações de VA/NVA são efetuadas por vários grupos de observação e, neste caso, foram formados quatro grupos de três pessoas que tinham como objetivo efetuar a recolha de trinta observações por posto. Desta forma foi possível obter, para cada posto um total de 360 observações. Após a conclusão do processo de observação é realizada uma reunião de análise dos resultados obtidos, onde os valores mais discrepantes são justificados, e em alguns casos, excluídos da análise.

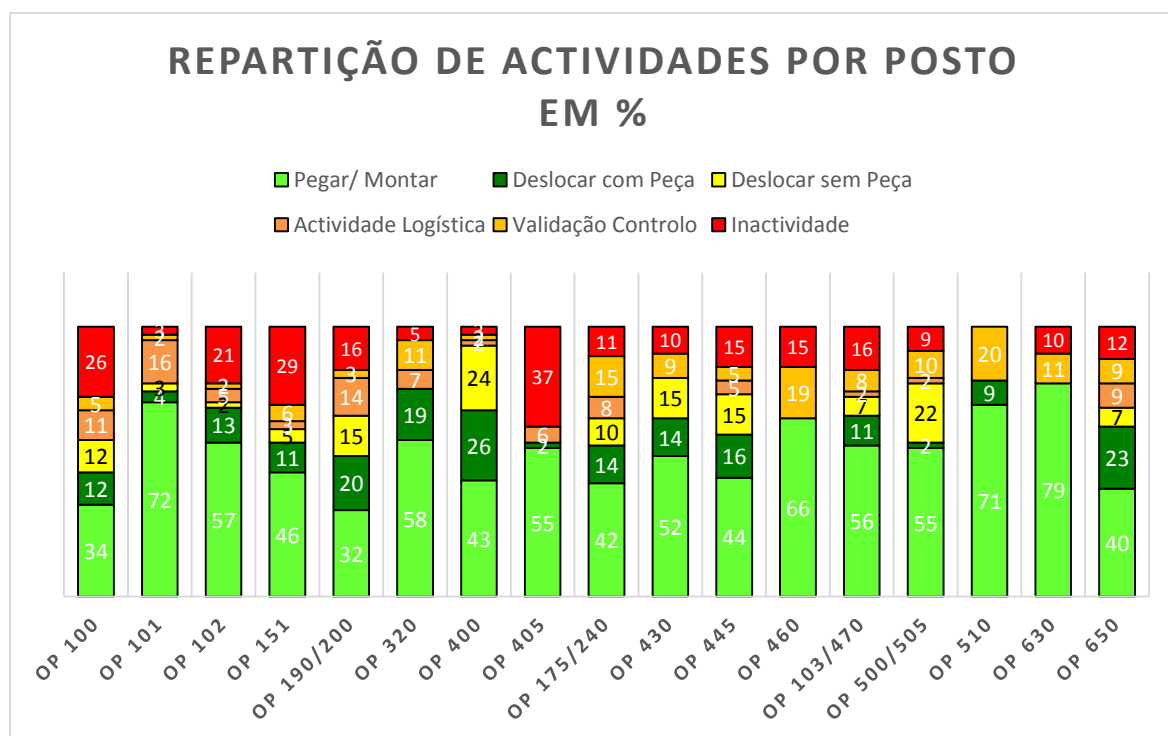
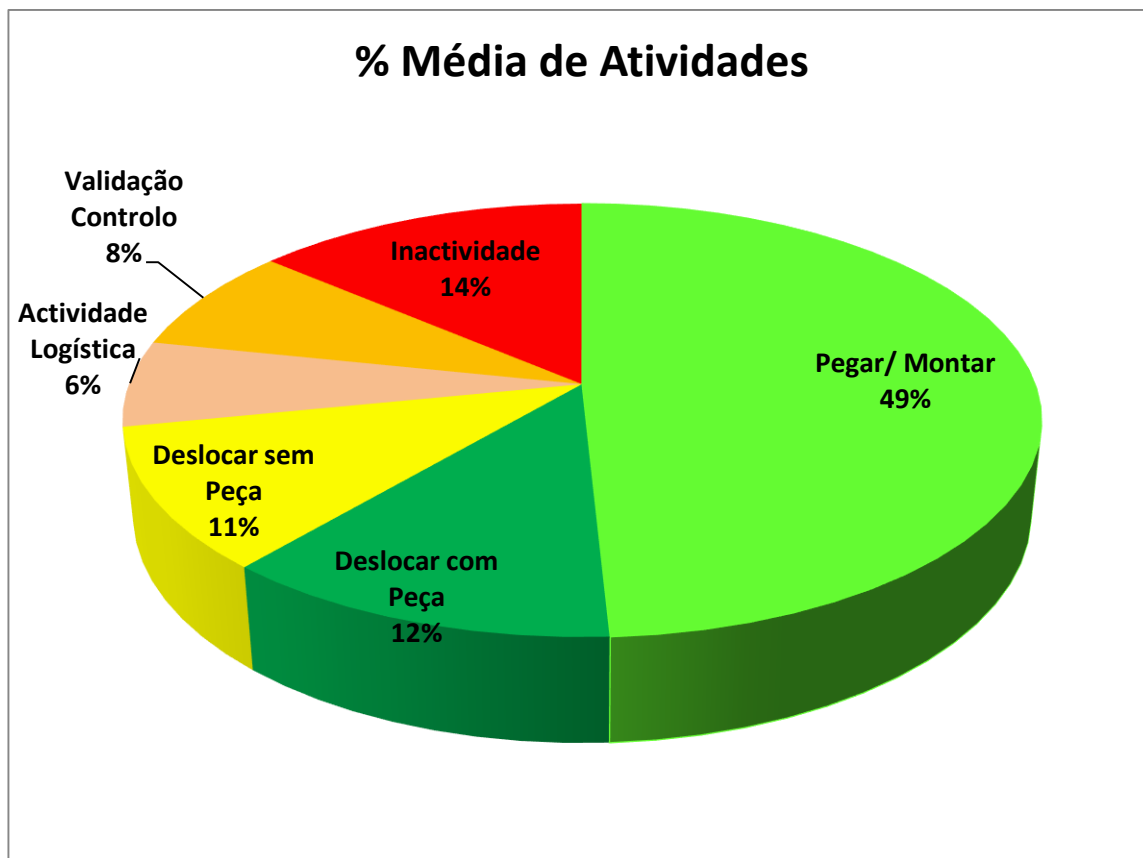


Figura 21 - Valores por operação VA/NVA na linha 3

Na figura 21 é possível constatar, para cada operação, o estado de VA/NVA da linha MB03, sendo de realçar as operações 100/151/405 por serem as que mais inatividade apresentam.



**Figura 22 - Total VA/NVA na linha 3**

Das observações VA/NVA das linhas de montagem foi possível concluir que, no total de operações, apenas 49% das tarefas realizadas representam verdadeiro valor acrescentado (figura 22). Os restantes 51%, apesar de serem tarefas consideradas NVA, são entendidas de diferente forma, por exemplo as tarefas de validação e controlo, em alguns casos, são essenciais pois permitem a garantia de qualidade e promovem a melhoria contínua ou correspondem à utilização de *poka yoke*<sup>9</sup> ou sistemas automatizados de garantia de qualidade. Já as tarefas de deslocamento com peça e sem peça, que representam 23%, em alguns postos são inevitáveis pois surgem após ações de melhoria e balanceamento das linhas, (OP 190/200, OP175/240, OP103/470, OP500/505) mas, nos restantes, representam oportunidades de melhoria. As atividades logísticas por parte dos operadores das linhas de montagem e a inatividade, que em conjunto representam 20% do total, são a nível de projeto *Lean* os dois grandes objetivos a eliminar. As tarefas que maior representatividade tem nas atividades logísticas são a manipulação de embalagens cheias e vazias, assim como os resíduos dentro dessas embalagens (cartões separadores, plásticos e papel de proteção).

<sup>9</sup> *Poka yoke*- Sistema de proteção anti erro ou procedimento de prevenção de defeitos durante a receção de pedidos ou produção (Womack *et al.*, 1996).

### 4.3.3 FLUXOS LOGÍSTICOS

Para se conseguir ter uma real noção das atividades e fluxos logísticos realizados nas linhas de montagem, nas reuniões de preparação das observações, um especialista logístico, descreveu e documentou ao pormenor as atividades teóricas a realizar por cada um dos cinco MOD logísticos, para, desta forma, conseguir transversalidade, transparência e uniformidade nos dados recolhidos e apresentados. O tipo de observação escolhida e realizada foi intensiva e contínua, cinco observadores para os cinco MOD afetos às linhas, durante períodos de quatro horas previamente estipulados e em alturas diferentes dos turnos de trabalho. Os cinco MOD logísticos estão distribuídos, tal como referido no ponto 4.3, da seguinte forma, um MOD na função descarga das duas linhas, dois MOD *kanban* e dois na função voltas (um em cada linha). Tendo em atenção que, das três funções logísticas existentes nas linhas, nesta fase de projeto só se pretende intervir em duas (função *kanban* e função voltas), a inclusão da observação da função descarga serviu como ponto de partida para uma futura intervenção e também como forma de garantir que os MOD de cada função se restringiam à sua função. Nas observações efetuadas foi de elevada importância discriminar todas as tarefas realizadas para, desta forma, conseguir a caracterização completa do posto.

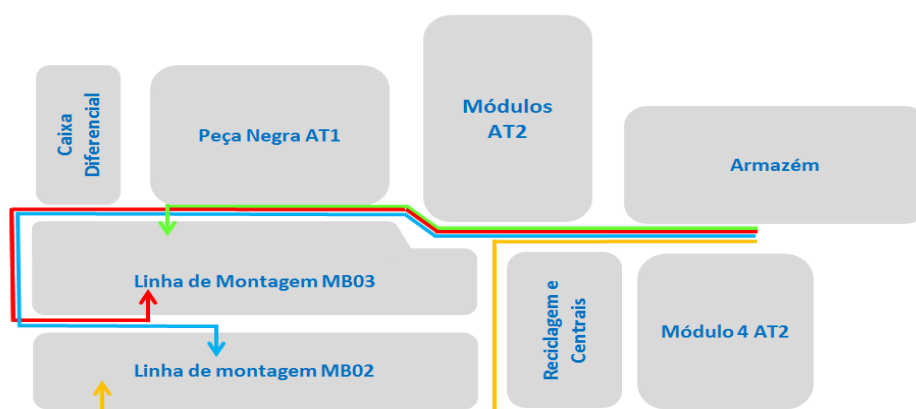


Figura 23 - Diagrama *Spaghetti* do abastecimento de carters.

O diagrama de *spaghetti*<sup>10</sup> de abastecimento de *Carters* de mecanismo e embraiagem nas duas linhas de montagem (figura 23) permite clarificar alguns dos pontos onde existe o maior fluxo logístico. Além destes quatro pontos principais, existem também outras zonas onde se acumula alguma variedade de peças e tráfego nas vias adjacentes às linhas de montagem.

<sup>10</sup> Diagrama de *spaghetti* – é um mapa do caminho de um produto/trabalhador/equipamento específico, especificando o seu fluxo (Womack e Jones, 1996).

A figura 24 mostra os restantes pontos de abastecimento de grandes embalagens na linha de montagem sendo que, quanto ao abastecimento da caixa diferencial, o fluxo demonstrado é o pretendido encontrando-se em fase experimental, na fase inicial do trabalho apresentado neste relatório. O circuito de caixas diferenciais iniciava-se na maquinaria, armazém e depois voltava à linha de montagem sendo que, o pretendido é que apenas os componentes de exportação sigam para o armazém e a restante produção esteja sincronizada com o abastecimento das linhas de montagem.

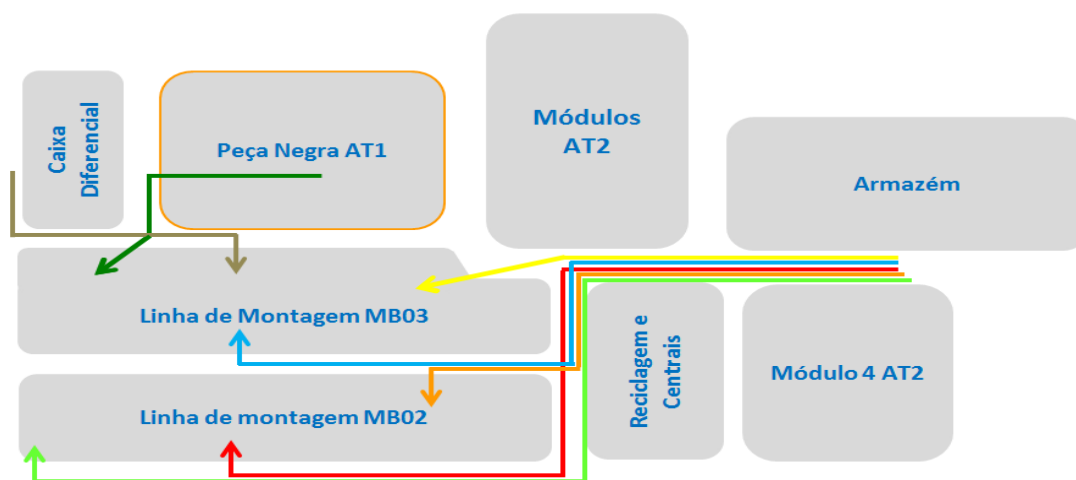


Figura 24 - Diagrama *Spaghetti* do abastecimento 'variedade de peças'

Na figura 25 é possível observar o *charlatte* com a função *kanban*, uma das atividades logísticas com maior peso nas linhas. Como se pode verificar são comboios com alguma extensão (este, por exemplo, transporta 3 contentores) sendo de notar que existiam cinco *charlattes* em constante circulação nas linhas de montagem o que provocava um grande volume de tráfego



Figura 25 - *Charlatte* na via central



#### 4.3.3.1 Função *kanban*

Para a análise da função *kanban* foram estabelecidos os principais objetivos da observação, que passavam por identificar as principais tarefas e os fluxos inerentes.

A função *kanban* tem como tarefas abastecer *Carters* de Mecanismo, *Carters* de Embraiagem, Caixas Diferenciais.

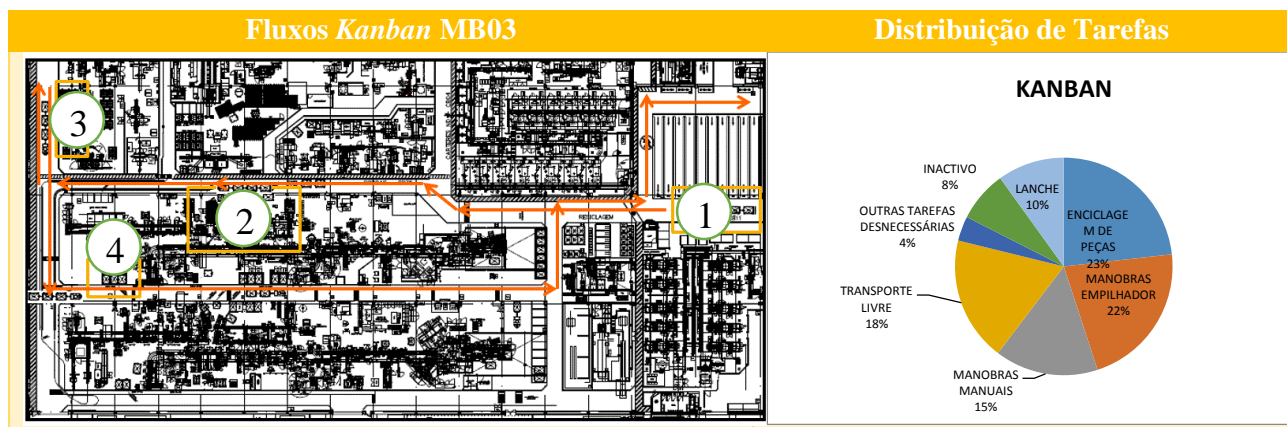


Figura 26 -Fluxos *kanban* e distribuição de tarefas na linha 3

Na figura 26 foram identificadas quatro zonas que facilitam a descrição das tarefas afetas à função *kanban*, assim temos, para essa função, por zonas, o seguinte:

- Na zona 1 do *kanban* são efetuadas as seguintes tarefas, carregamento do *kanban* e manobras manuais;
- Na zona 2 é efetuada a *enciclagem* de *Carters* de mecanismo e a *enciclagem* de Caixas Diferenciais;
- Na zona 3 são efetuadas manobras manuais e o transporte de contentores das Caixas Diferenciais;
- Na zona 4 é efetuada a *enciclagem* de *Carters* de embraiagem.

Estas são os quatro locais principais da função *kanban*, no entanto são efetuadas outras tarefas, noutras zonas da fábrica mas, como só representam 4% da função total, não estão aqui representadas, sendo porém importante, aquando da reorganização de tarefas e funções, não esquecer essas tarefas.

Esta função *kanban* é realizada por um MOD afeto ao departamento da logística. Da análise da distribuição de tarefas podemos verificar que o conjunto *enciclagem*, carregamento do *kanban*, manobras manuais e transporte agregam 78% da atividade. Todas estas tarefas estão incluídas no novo posto a criar no polo de preparações e os 18% que representam a inatividade e paragens para lanche, são pontos de melhoria para este tipo de posto.

#### 4.3.3.2 Função Voltas

A função voltas tem como tarefas abastecer carretos do *picking*<sup>11</sup>, tampas de 5ª, *cuvettes*, rolamentos, *baladeres*.

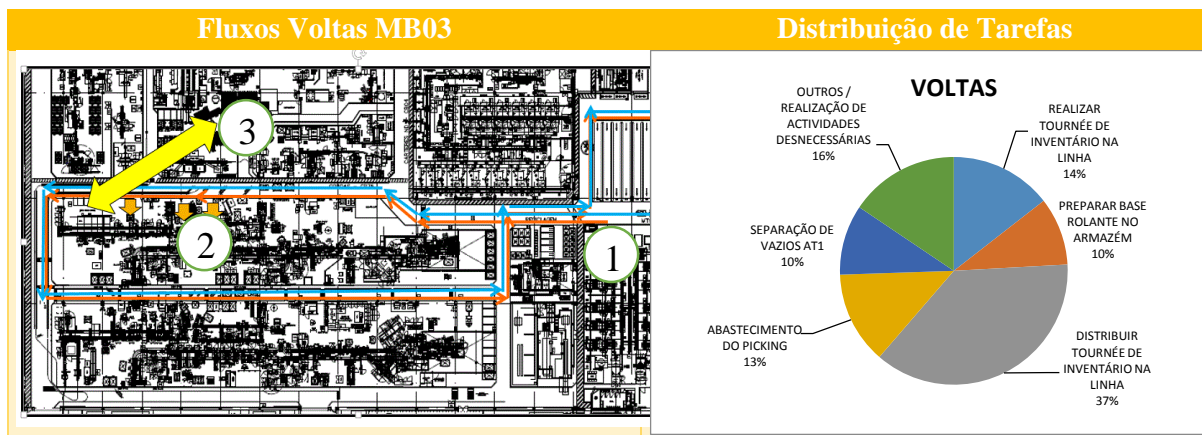


Figura 27 - Fluxos voltas e distribuição de tarefas na linha 3

Esta função é efetuada da seguinte forma, numa primeira etapa é efetuada uma volta à linha onde se identificam as necessidades das linhas de montagem e de seguida são realizadas as tarefas que se detalham por zonas (figura 27):

- Zona 1, é efetuado o carregamento do comboio logístico que compõe as voltas;
- Zona 2, estão identificados alguns dos locais onde são abastecidas as peças;
- Zona 3, é a uma zona de *picking* onde todos os carretos e árvores produzidos internamente são abastecidos às linhas de montagem.

Da análise da distribuição das tarefas podemos verificar que o abastecimento do *picking* e separação de vazios da zona de maquinaria, que não fazem parte do novo posto do polo de preparações, ocupam 23% do tempo. Estas duas tarefas, na situação futura, terão que ser asseguradas pelo AT1 (Atelier de maquinaria adjacente às linhas de montagem) mas as restantes serão asseguradas pelo novo posto a criar e pelo abastecimento com AGV.

<sup>11</sup> *Picking* - O *picking*, neste contexto específico das linhas de montagem, refere-se a uma tarefa que a função Voltas efetua, trata-se da recolha de carretos de origem interna junto da retificação da peça negra e o seu abastecimento à linha.

#### 4.3.4 REUNIÕES DE GRUPO

Existem dois tipos de reuniões de grupo, as semanais definidas no *Master Planning Lean*, onde são discutidas e apresentadas as necessidades do grupo melhoria contínua e *Lean* junto dos vários departamentos, assim como as ações a decorrer e os resultados obtidos com as mesmas. Nestas reuniões participam os diretores de cada departamento e chefes de *Atelier*, ou o seu responsável *Lean*, e, quando requisitado, o diretor da fábrica.

O outro tipo de reuniões de grupo decorre quando existe necessidade, sendo a frequência determinada pela prioridade da ação a decorrer e com um nível de decisão inferior. Neste tipo de reuniões participam os elementos do grupo de melhoria contínua e *Lean* e, eventualmente, especialistas em algumas áreas como qualidade, logística ou manutenção.

As reuniões de grupo melhoria contínua *Lean* decorreram durante algumas semanas, após a recolha e análise dos dados obtidos, nessas reuniões foram abordados os temas relacionados com o projeto *Lean* caixas de velocidades.

Surgiram então dois grupos de problemas: (i) como melhorar a performance do VA/NVA nas linhas, (ii) como reduzir os fluxos logísticos e níveis de *stock*. Para a primeira problemática foram desencadeadas ações de automatização em postos críticos e de seguida balanceamentos de postos que permitiram uma redução do VA/NVA e uma consequente redução do *takt time* da linha, tendo em conta que a operação gargalo seria alvo de melhoria.

Para o problema logístico colocaram-se outras duas questões: (i) como retirar as grandes embalagens das linhas de montagem e (ii) como automatizar o seu abastecimento. Várias soluções foram apresentadas e discutidas, foram analisados os prós e contras de cada uma das soluções, até se conseguir chegar a uma solução possível e de compromisso entre os vários departamentos.

A solução escolhida passou pela construção de um polo de preparações para grandes embalagens instalado na zona de armazém mais próxima das linhas de montagem. Desse futuro polo iriam sair AGV com carros para abastecer CED e CM e as restantes peças que chegam às linhas em grandes embalagens como, por exemplo, tampas de 5ª, caixas diferenciais, *cuvettes*, entre outras.

A substituição de *charlattes* por AGV inclui-se nas orientações internas a nível de grupo Renault-Nissan que definem que se deve automatizar ao máximo possível todo o tipo de abastecimentos internos de forma a diminuir as tarefas NVA, permitindo assim o ganho direto em MOD e o aumento da automatização, dois indicadores que influenciam diretamente o DSTR, o indicador chave deste projeto.

#### 4.3.5 ESTUDO DAS LINHAS

Após a definição de metas e objetivos, e com a finalidade de se ter uma melhor perspectiva das zonas onde projeto do polo de preparações teria maior incidência, foram feitas várias observações no terreno onde foram identificadas as zonas físicas de onde se pretendia remover as grandes embalagens. Depois de identificadas as zonas procedeu-se ao estudo do impacto de se retirar essas embalagens da linha, onde se identificou a autonomia dos postos a nível de *stock*, porque era de extrema importância perceber se esta alteração não iria perturbar o normal funcionamento das linhas. Era, também, de elevada pertinência saber os tempos de ciclo das linhas e as capacidades de abastecimento que os novos carros teriam em comparação com as grandes embalagens existentes. Como ferramenta auxiliar e partindo das implantações em *Autocad* já existentes foram efetuadas as alterações pretendidas de forma a conseguir visualizar melhor o cenário pretendido.

As zonas críticas identificadas foram então o abastecimento de CM e CED das duas linhas, sendo que estas são fundamentais e podem interferir, de uma forma direta, no *takt time* do processo. Apesar de ser o mesmo tipo de peças para as duas linhas, a solução para os carros de transporte e abastecimento foi diferente, devido aos tapetes e carros de *enciclagem* (anexo A) já existentes na MB03 e também às restrições orçamentais.

A solução escolhida para a MB02 (anexo C) passa pelo transporte totalmente automático com o seguinte ciclo:

*AGV chega ao polo de preparações → liberta o carro vazio na zona de descarga → Dirige-se à zona de carga onde faz a engrenagem → transporta o carro com peças até à linha → Liberta o carro de transporte cheio → Engrena no vazio.*

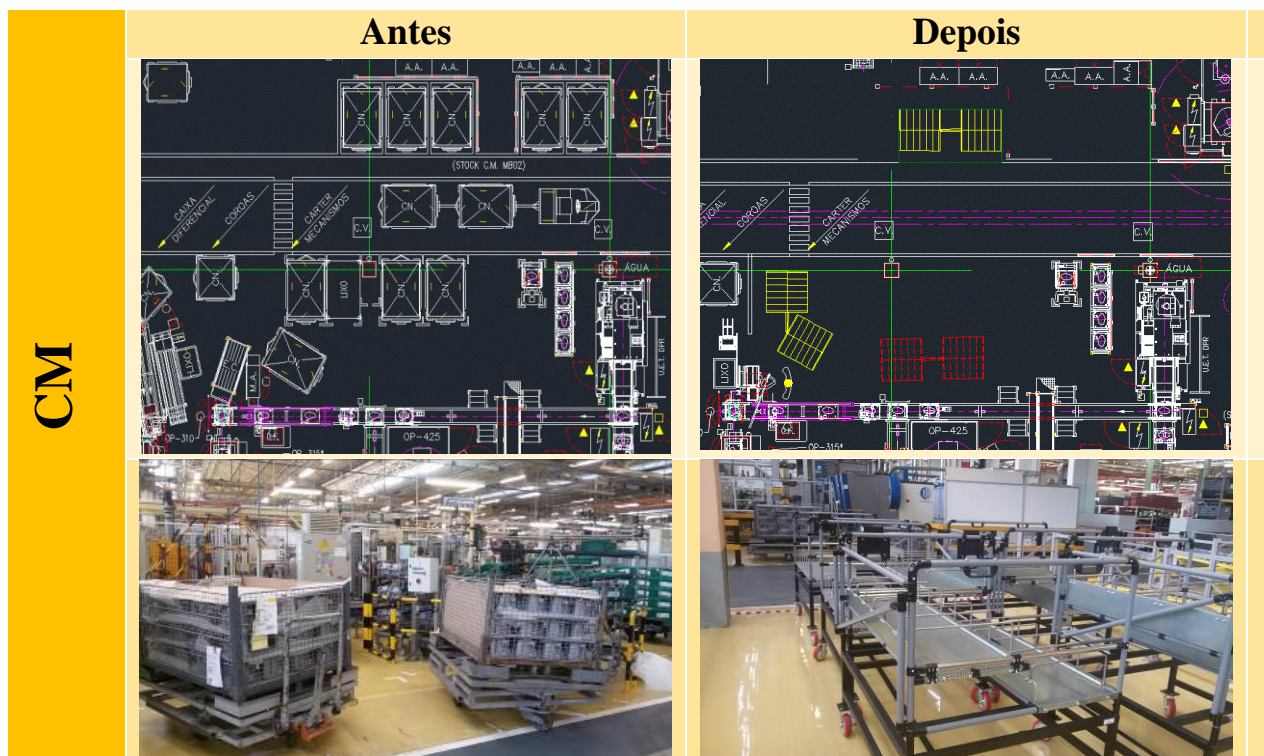
Nesta solução os MOD do polo de preparações abastecem o carro (figura 28) e colocam-no na zona de carga. Os MOD da linha retiram as peças de cada carro, como já fazem, e depois colocam o carro na zona de partida para o polo, onde passa o AGV.



**Figura 28 - Carro de abastecimento MB02 com AGV engrenado.**

Os *Carters* de mecanismo da MB02 na situação inicial eram abastecidos em contentores com capacidade para 48 peças, contentores que eram transportados por *charlatte*, para junto ao ponto de consumo. No final da implementação do projeto o transporte será efetuado por um AGV com capacidade para 24 peças por viagem, 12 em cada carro de abastecimento, e que as colocará junto do ponto de consumo.





**Figura 29 - Abastecimento CM à linha 2 (antes e depois)**

Para a MB03 a solução consiste, em transportar uma *frame* (figura 30) atrelada a um AGV que admite quatro carros de *enciclagem* de CM e quatro de CED, com a seguinte ordem:

*No pólo de preparações a frame chega com os carros de enciclagem vazios → O MOD descarrega os vazios e carrega os cheios que previamente abasteceu → Na linha o MOD é alertado no posto com um sinal luminoso quando chega o AGV → Efetuando depois a enciclagem dos carros cheios e colocando os vazios na frame*

Esta solução faz duas paragens em zonas distintas na linha, mais concretamente na zona de abastecimento de CM e de CED.



**Figura 30 - Frame e carros de enciclagem linha 3**

Os *Carters* de Embraiagem na linha 3 são atualmente abastecidos em contentores de 45 peças transportados por *charlatte*, que são colocados juntos às linhas e depois inseridas no ciclo através

dos carros de *enciclagem*. Na situação proposta serão abastecidos com a *frame* que dá a volta e transporta 24 peças por ciclo, estas peças já são transportadas nos carros de *enciclagem*.

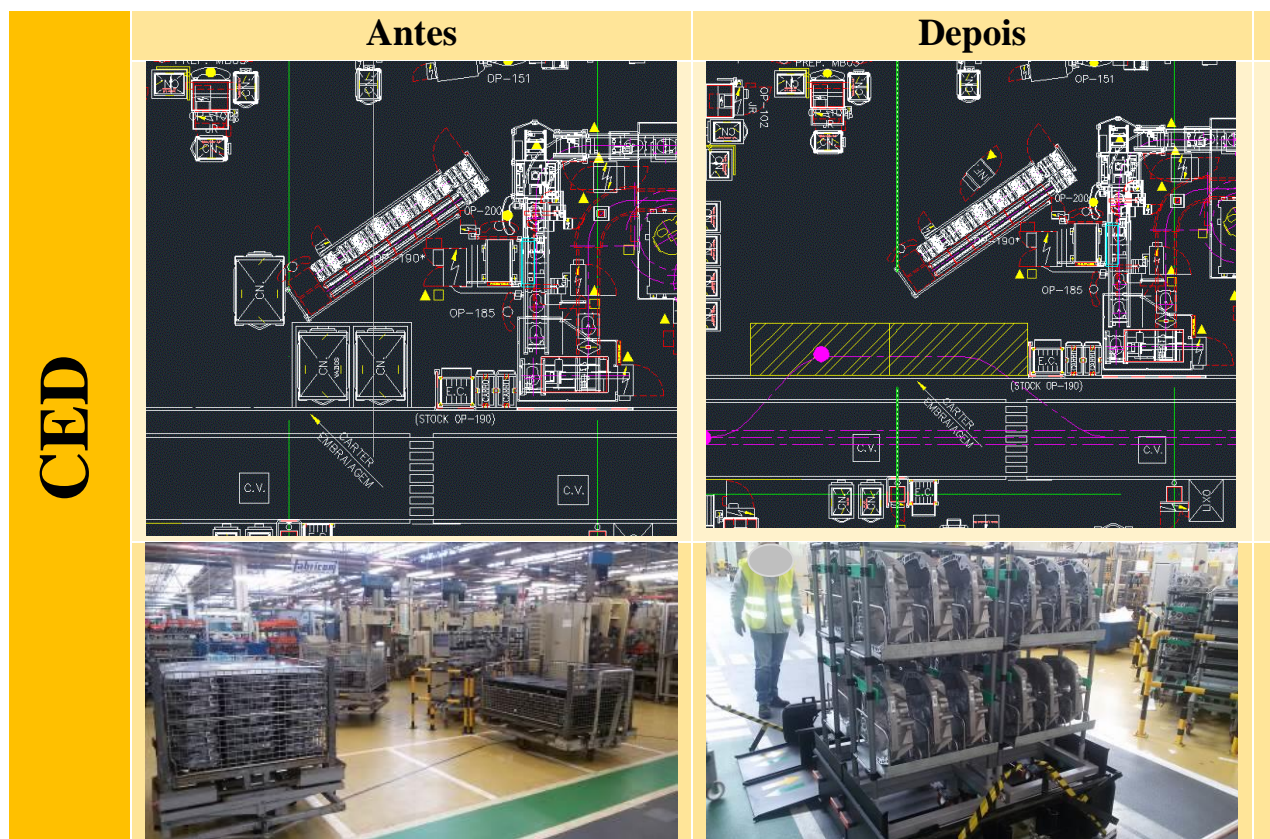


Figura 31 - Abastecimento de *carters* CED à linha 3 (antes e depois)

A tabela 6 mostra o levantamento efetuado de peças transportadas em grandes embalagens para as linhas de montagem (com exceção dos *Carters*, já explicados anteriormente), que permitiu, de forma clara, ter a noção dos variados tipos de embalagem transportados assim como a quantidade de contentores que existem nas linhas. Serviu também de base para se fazer o planeamento dos trajetos necessários a efetuar pelo AGV que ficará encarregue deste abastecimento.

**Tabela 6 - Lista ‘variedade de peças’**

<b>Variedade de Peças</b>				
<b>Peça</b>	<b>Quantidade peças</b>	<b>Dimensão base</b>	<b>Base no posto</b>	<b>Base em espera</b>
<b>Alavanca Comando ND</b>	360	1200x1000	X	
<b>Anel intermedio JR</b>	3240	800x600	X	
<b>Anel intermedio JR Mesa B</b>	3240	800x600	X	
<b>Balader 1/2 JR Mesa A</b>	432	800x600	X	
<b>Balader 1/2 JR Mesa B</b>	432	800x600	X	
<b>Balader 3/4 JR MB02</b>	432	800x600	X	
<b>Balader 3/4 JR MB03</b>	432	800x600	X	
<b>Balader Kyowa</b>	630	800x600	X	X
<b>Coroa ND</b>	144	1200x1000	X	
<b>Cuvettes JR MB02</b>	4187		X	
<b>Cuvettes JR MB03</b>	4187		X	
<b>Eixo 1/2 JR MB02</b>	384	1200x1000	X	
<b>Eixo 1/2 JR MB03</b>	384	1200x1000	X	
<b>Eixo 3/4 JR MB02</b>	384	1200x1000	X	
<b>Eixo 3/4 JR MB03</b>	384	1200x1000	X	
<b>Eixo 5 JR MB02</b>	384	1200x1000	X	
<b>Eixo 5 JR MB03</b>	384	1200x1000	X	
<b>MAR JR MB02</b>	144	700x820	X	X
<b>MAR JR MB03</b>	144	700x820	X	X
<b>MAR ND</b>	288	1200x1000	X	
<b>Modulo comando ND</b>	300	1200x1000	X	
<b>Rolamentos Diff MB02</b>	3315			
<b>Rolamentos Diff MB03</b>	3315			
<b>Tampa 5ª JR MB02</b>	210	1200x1000	X	X
<b>Tampa 5ª JR MB03</b>	210	1200x1000	X	X



Para o planeamento do abastecimento das diferentes peças foi necessário ter em atenção algumas condições. Por exemplo, na tabela 7 é apresentada a cadência prevista para as linhas de montagem.

Tabela 7 - Cadências das linhas 2 e 3

AGV - <i>Kanban</i>	Cadência MB02		Cadência MB03
	ND	300	600
	JR	250	

Outra condicionante considerada foi o local onde as peças são necessárias e as diferentes necessidades ao longo de um turno de trabalho. Para isso, e após análise, foi decidido avançar para sete zonas diferentes de paragem para o AGV com a função *kanban*, estando estas divididas em duas rotas distintas *kanban* MB02 e *kanban* MB03.

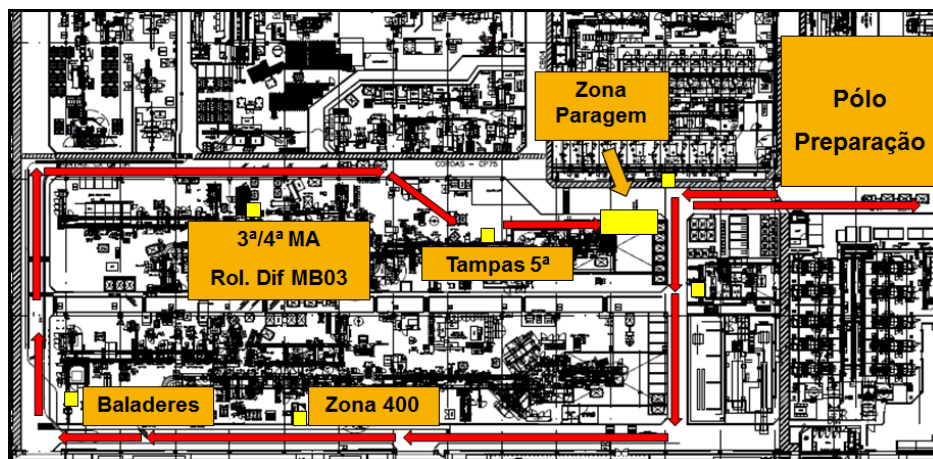


Figura 32- Rota *kanban* MB02

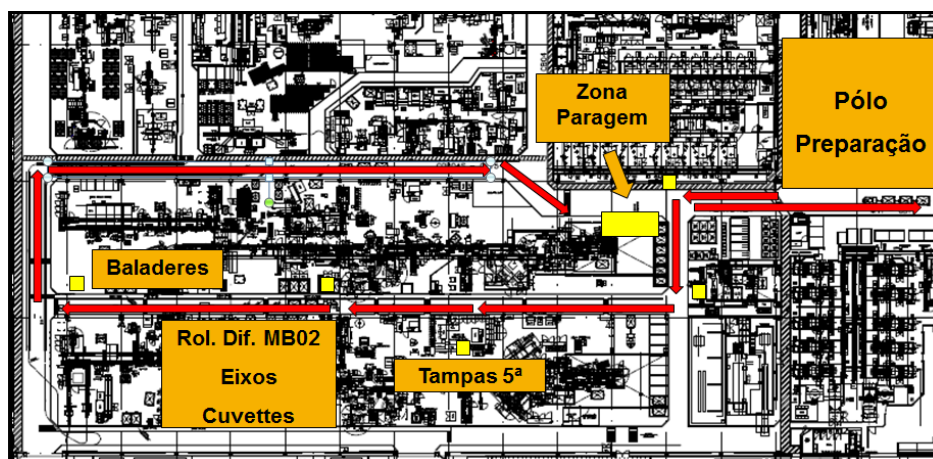
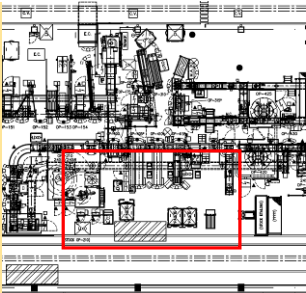
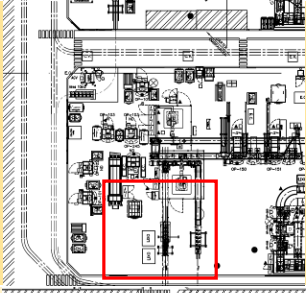
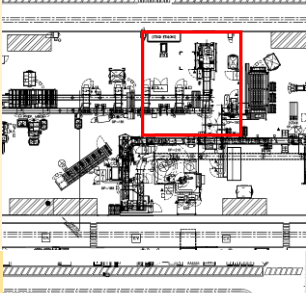
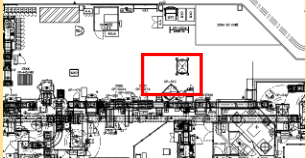


Figura 33 - Rota *kanban* MB03

Nas figura 32 e 33 estão assinalados os locais onde serão efetuadas as diferentes paragens, assim como as rotas a partir do polo de preparações de onde sairá o AGV que terá a função de abastecer as diferentes peças.



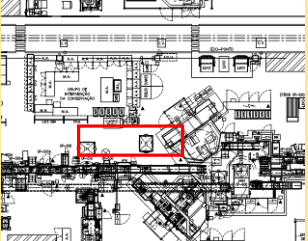
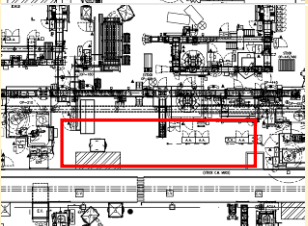
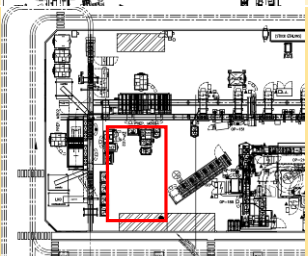
Tabela 8 - Detalhes *kanban* MB02

<b>Kanban MB02</b>	<b>Paragem</b>	<b>Peça</b>	<b>Nº contentores por equipa</b>	<b>Local de paragem</b>
	1- Zona 400 MB02	Alavanca Comando ND	0,83	
		Modulo comando ND	1,00	
		MAR JR MB02	1,74	
		Eixo 3/4 JR MB02	0,65	
		Eixo 5 JR MB02	0,65	
		Cuvettes JR MB02	0,06	
	2- Baladeres MB02	MAR ND	1,04	
		Anel intermedio JR Mesa B	0,04	
		Balader 1/2 JR Mesa B	0,54	
	3- Rolamentos MB03	Eixo 1/2 JR MB03	1,56	
		Rolamentos Diff MB03	0,09	
		Eixo MAR JR MB03	4,17	
	4- Tampa 5ª MB03	Tampa 5ª JR MB03	2,86	

A tabela 8 representa o que cada zona de paragem inclui, assim como o número de contentores necessários por cada turno de trabalho, sendo que o Eixo de MAR JR e tampas de 5º são os que apresentam maior frequência de troca. Os que apresentam menor frequência de troca, para esta rota, são os Rolamentos Diferenciais MB03, o anel intermédio e as MB02. Como se pode constatar estas rotas misturam componentes das duas linhas, isto é resultado de ter sido considerado como principal fator de decisão o local de abastecimento e não a linha em causa a abastecer.

A tabela 9 assinala as três paragens que compõem a rota *kanban* MB03, sendo que, nesta rota, as frequências por turno nas peças mais requisitadas variam entre um e dois abastecimentos por turno.

**Tabela 9 - Detalhes *kanban* MB03**

<b>Kanban MB03</b>	<b>Paragem</b>	<b>Peça</b>	<b>Nº contentores por equipa</b>	<b>Local de Paragem</b>
	5- Tampa 5ª MB02	Tampa 5ª JR MB02	1,19	
	6- Zona 300 MB03	Eixo 3/4 JR MB03	1,56	
		Eixo 5 JR MB03	1,56	
		Rolamentos Diff MB02	0,04	
		Cuvettes JR MB03	0,14	
		Coroa ND	2,08	
	7- Baladeres MB03	Balader 1/2 JR Mesa A	1,30	
		Balader 3/4 JR MB02	0,58	
		Balader 3/4 JR MB03	1,39	
		Eixo 1/2 JR MB02	0,65	
		Balader Kyowa	1,35	
		Anel intermedio JR	0,09	

Após ter sido feito o estudo das linhas o passo seguinte foi a construção do polo de preparações, como é explicado no seguinte ponto.

#### 4.4 POLO DE PREPARAÇÕES

O polo de preparações foi a solução escolhida para resolver a problemática das grandes embalagens nas linhas de montagem. Trata-se de uma zona de *enciclagem* de *Carters* e *kitting* de diferentes peças devendo sair deste local os veículos de abastecimento às linhas. Para um correto funcionamento deste novo sector existem novas necessidades, como novos meios de abastecimento, carros adaptados a cada tipo de *Carters*, pistas que facilitem as *enciclagens* no polo e novos AGV.

Para se atingir o objetivo foram estipuladas várias etapas no desenvolvimento do polo e, numa primeira etapa foram efetuados testes com protótipos de forma a garantir a exequibilidade das soluções propostas. Devido ao calendário apertado e falta de meios humanos, foi decidido fazer apenas a nível interno os protótipos dos carros de abastecimento e, para o restante foram feitos vários cadernos de encargos: construção dos tapetes de entrada e saída de contentores, montagem dos carros de abastecimento, desmontagem dos tapetes existentes no armazém na zona do polo, novas pinturas do solo nesse local.

A etapa posterior foi a deslocação das pistas de armazenamento existentes na zona do polo de preparações para outra zona de armazém, o que provocou a necessidade de uma reorganização das zonas de *stock* no armazém, realizada pelos responsáveis da logística. As pinturas do solo e a montagem das novas pistas foram a fase final. Mais concretamente, houve a necessidade de substituir as dez pistas de armazenamento de *Carters* que se encontravam na zona pretendida por oito pistas de abastecimento.



Figura 34- Evolução da construção do Polo de Preparações.

De uma forma mais específica, o polo de preparações ficou situado na zona de armazém mais próxima das linhas, sendo que esta escolha teve como principais razões o facto de permitir reduzir os fluxos de AGV para abastecimento das linhas de montagem e permitir, num projeto futuro, sincronizar o abastecimento de *Carters* do módulo 2 com a MB02.

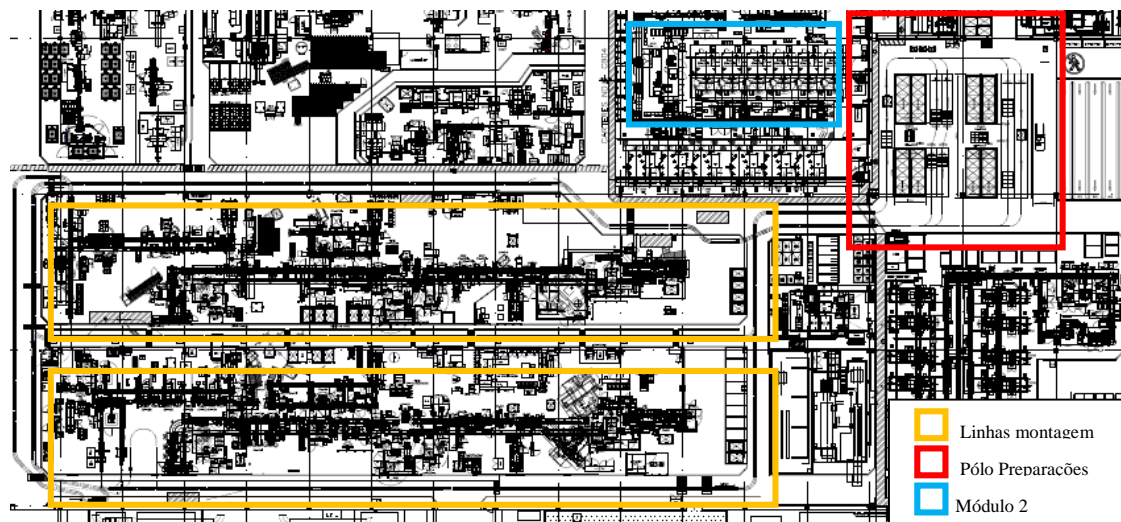


Figura 35 - Localização do Pólo de Preparações.

A figura 35 permite observar o posicionamento na fábrica das zonas acima referidas, assim como a sua proximidade com as linhas de montagem.

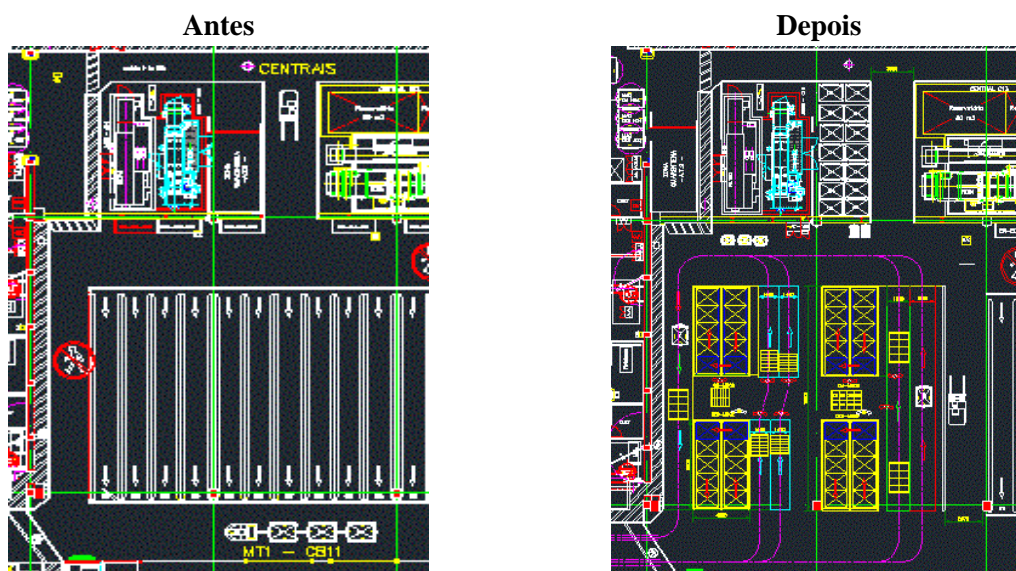


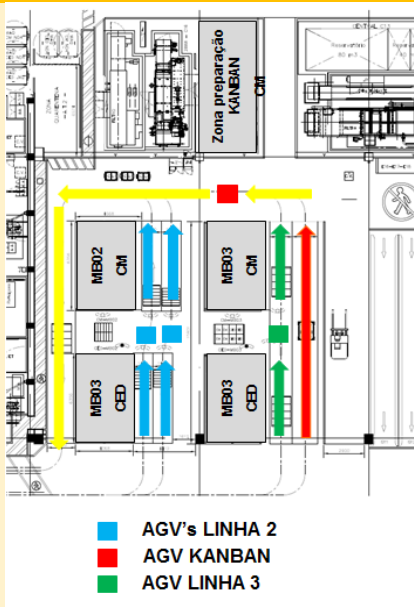

Figura 36 - Polo de Preparações (*layout* antes e depois)

Na figura 36 é demonstrado o antes e depois no polo de preparações, onde se verifica a alteração da via de entrada de empilhadores, a eliminação de 10 pistas de *stock*, assim como a construção das novas pistas e vias de acesso e saída do polo.



O polo de preparações é constituído por pistas de entrada dos AGV, uma pista única de saída, quatro tapetes de entrada e quatro de saída de contentores (tabela 10).

Tabela 10 - Principais características do Polo de Preparações

Características	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Quatro móveis de abastecimento<ul style="list-style-type: none"><li>○ 2 CM e 2 CED</li></ul></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Quatro vias de Entrada<ul style="list-style-type: none"><li>○ 2 Dedicadas MB02;</li><li>○ 1 Dedicada MB03;</li><li>○ 1 Dedicada KANBAN MB02 e MB03</li></ul></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Zona preparação <i>kanban</i></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Posto informático;</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Local de comando e receção de ordens para o <i>kanban</i></li></ul>	
	

Cada um dos 4 tapetes de contentores, como demonstrado na figura 37, é constituído por uma pista de entrada de contentores cheios e a saída de contentores como acima representado, acrescentando-se o respetivo inclinador. De referir que os tapetes de CM têm adicionalmente uma estante de três patamares de forma a ter o material necessário para a montagem de módulos de comando.

Está ainda instalado no polo de preparações um posto informático, semelhante ao existente nas linhas, que fornece informação acerca das Ordens de Fabrico (OF) a serem abastecidas. Esta informação, numa segunda fase deste projeto, estará visível nos monitores existentes nas zonas de carga do polo de preparação, de forma a fornecer aos utilizadores uma informação adicional acerca da OF, sendo que, nesta fase do projeto, está feito o caderno de encargos para entidades externas especialistas na área da informática.



Figura 37 - Novos tapetes de abastecimento

#### 4.5 AUTOMATED GUIDED VEHICLES

O termo AGV é a abreviatura de *Automated Guided Vehicles* (Veículo Guiado Automaticamente), e são veículos que se deslocam em trajetos predefinidos principalmente em instalações fabris, sendo veículos autônomos sem necessidade de condutor e que, utilizando tecnologias de comunicação entre eles e um sistema de comando, podem ser geridos por um entidade externa.

Os AGV escolhidos para este projeto, após análise e discussão com os especialistas da área, são veículos de leitura ótica que seguem uma linha preta pintada no solo e leem componentes magnéticos inseridos no solo. Apesar de os AGV serem iguais (ver figura 38), os de abastecimento à linha 2 são de cargas unitárias, e os da linha 3 e *kanban* são rebocadores.



**Figura 38 - AGV escolhido.**

A implementação do transporte e abastecimento com a utilização de AGV implica algumas alterações e construções nas vias das linhas de montagem. Como principais construções estiveram as pinturas do solo e a colocação de *tags* que permitem a gestão de tráfego de AGV. A nível de alterações, a mudança de sentidos nas linhas assim como os pontos de entrada no armazém, foram os mais importantes.

Após as pinturas estarem concluídas foram efetuados testes com os novos meios de abastecimento onde se estudaram os tempos de volta assim como a correta posição de carga/descarga nos postos.

#### 4.5.1 PINTURAS NO SOLO

A primeira etapa foram as pinturas no solo e, para isso, foi elaborado o desenho das trajetórias em *Autocad*, como apresentado na figura 39, tendo estes desenhos servido de base para a elaboração do caderno de encargos de pinturas.

Os trajetos foram testados no local, tendo em conta as dimensões dos carros de abastecimento a transportar nos AGV, os raios de curvatura e zonas de carga e descarga nas linhas de montagem, de maneira a obter desta forma, as melhores soluções possíveis.

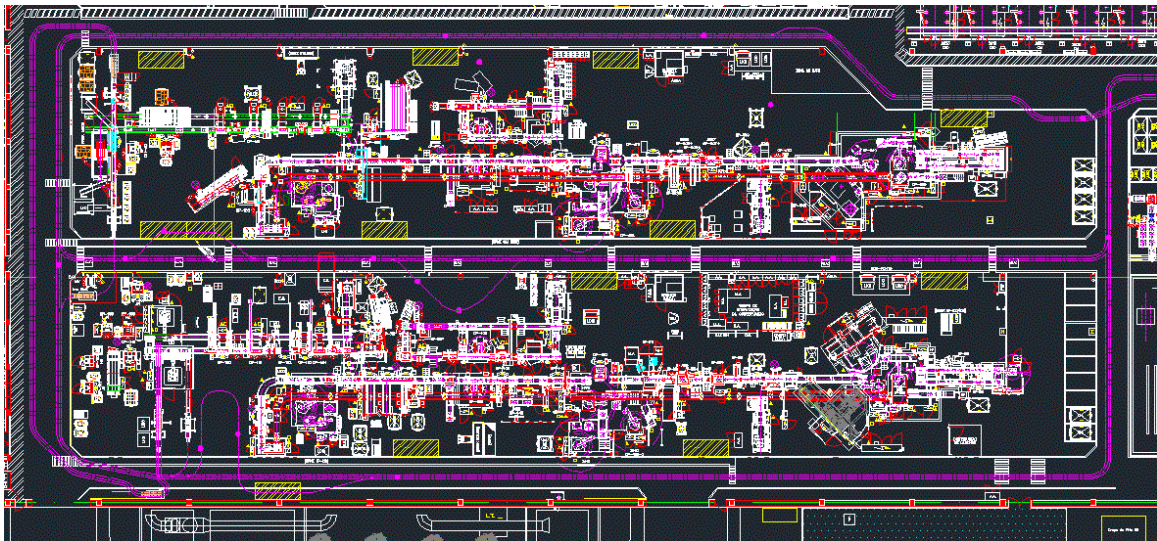


Figura 39 - Representação em *Autocad* das pinturas efetuadas no solo.

##### 4.5.1.1 Tags

As *tags* são pequenas células magnéticas ou etiquetas informáticas (figura 40) que são colocadas nas zonas de passagem dos AGV e que possibilitam a programação destes, pois permitem obter informação e dar ordens como: para que lado virar, se devem acelerar ou abrandar, onde e quando devem parar. Nas linhas de montagem já existem dois AGV em funcionamento mas, com a adição de outros cinco, as *tags* são um elemento fundamental para o sistema de gestão de tráfego, que é feito através de um autómato que recebe as informações de todos os veículos e os gere convenientemente.



Figura 40 - *Tags* utilizadas



#### 4.5.2 ALTERAÇÃO DOS SENTIDOS DAS VIAS DAS LINHAS DE MONTAGEM

Como consequência do novo fluxo de abastecimento existiu a necessidade de se alterarem os sentidos de circulação nas linhas de montagem de caixas de velocidades. Essa mudança foi elaborada tendo em consideração as normas Renault para segurança e ergonomia nos postos de trabalho que determinam que a largura de uma via de circulação, em sentido único, para equipamentos de transporte é igual à largura máxima da carga transportada, acrescida de um metro.

*Largura da via, sentido único = largura máxima da carga transportada + 1m*

No caso de vias de circulação em dois sentidos, a largura deve ser igual a duas vezes a largura máxima da carga transportada, aumentada em um metro e quarenta.

*Largura da via, sentido duplo = 2 x largura máxima da carga transportada + 1.4m*

No que diz respeito às passagens e às vias de circulação de pessoal a largura deve ter no mínimo 800 milímetros.

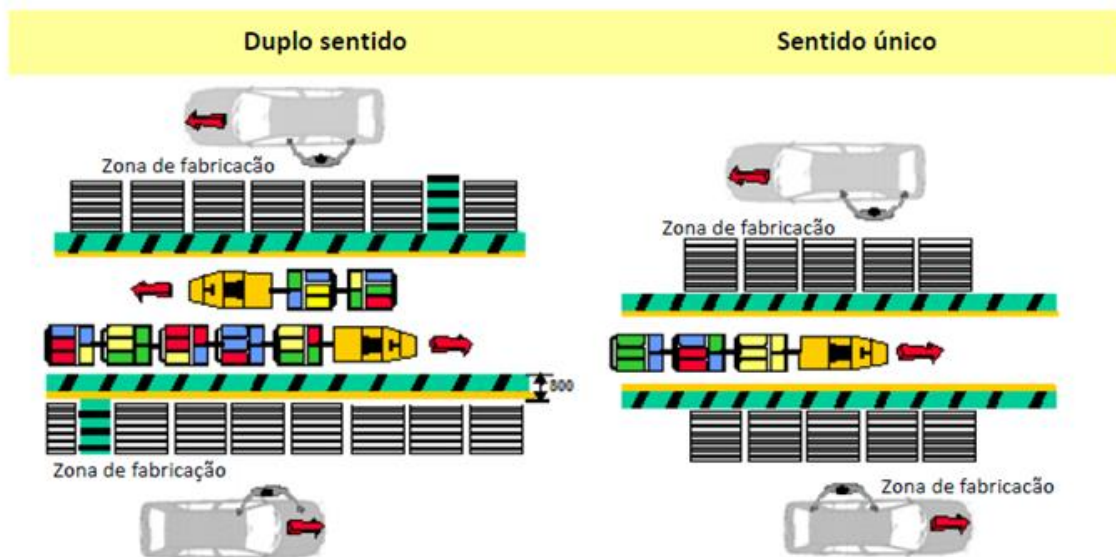


Figura 41 - Exemplo das vias descritas nas normas de segurança (adaptado Renault CACIA, 2015).



O passo seguinte foi então a alteração dos sentidos das vias e, após reuniões onde se evidenciaram as novas necessidades dos fluxos de abastecimento dos AGV, foi necessário alterar o sentido da via central como demonstrado na figura 42.

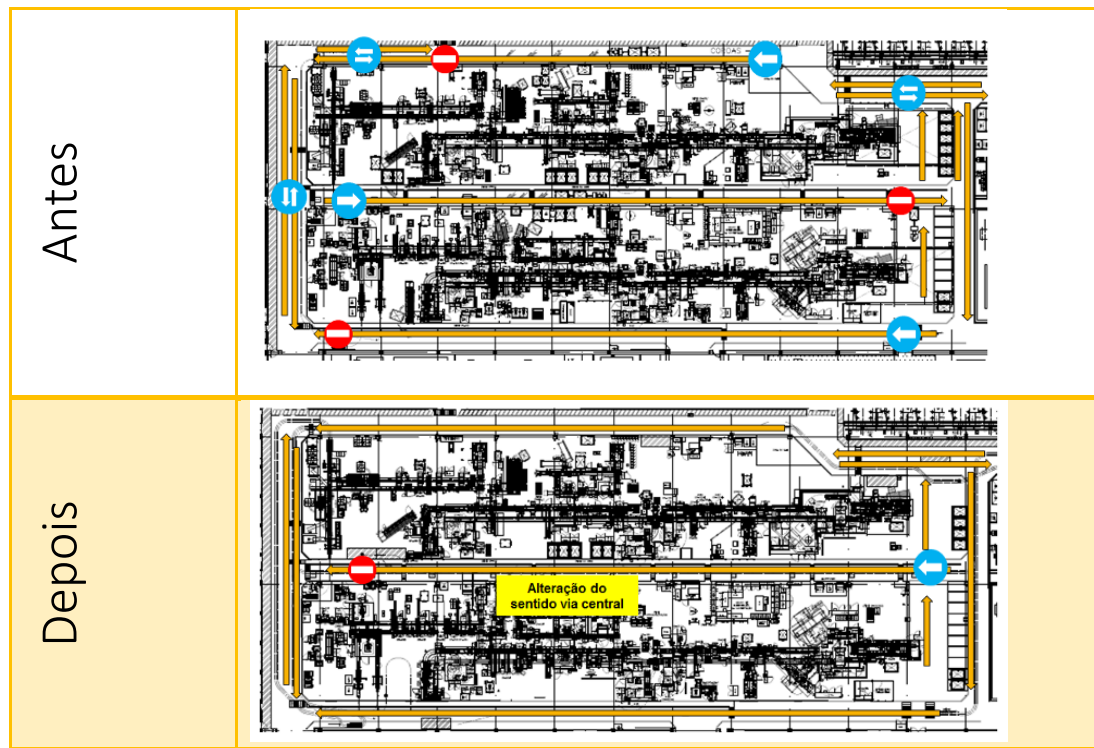


Figura 42 - Sentidos de circulação nas vias das linhas (antes e depois).

Com a construção do polo de preparações houve também necessidade de alteração das vias de acesso ao armazém e, para isso, criaram-se condições para construir essa via numa zona adjacente ao polo. Na figura 43 está representada a alteração que o polo de preparações provocou no acesso ao armazém.

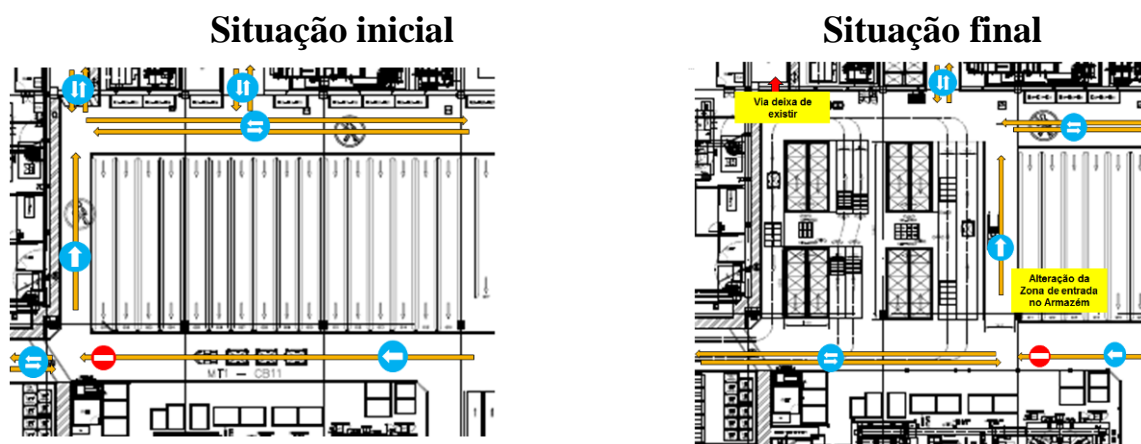


Figura 43 - Sentidos de circulação nas vias do armazém (antes e depois).

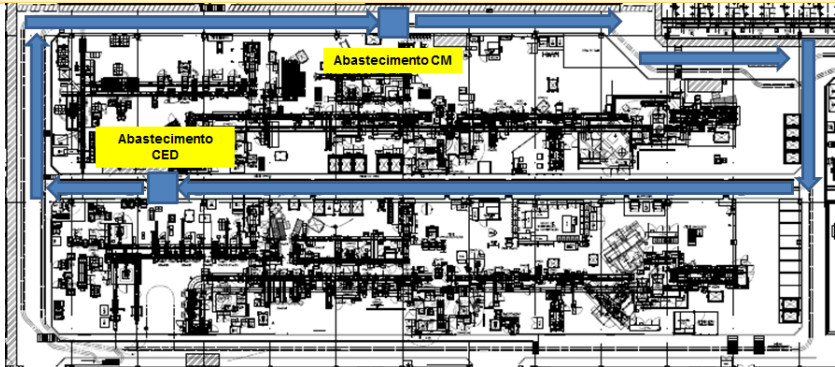
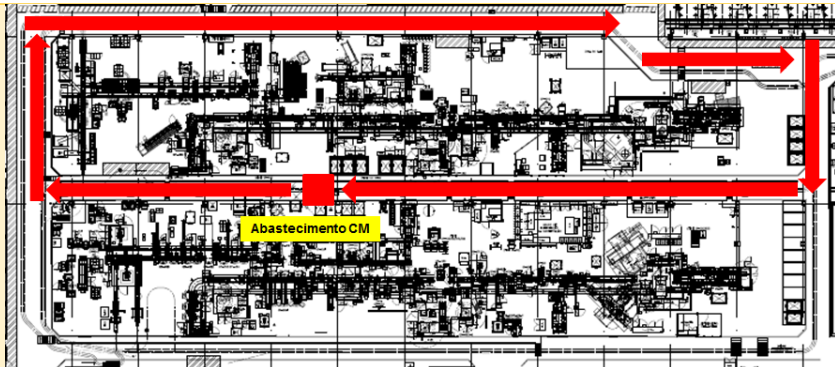
4.6 TESTES COM AGV

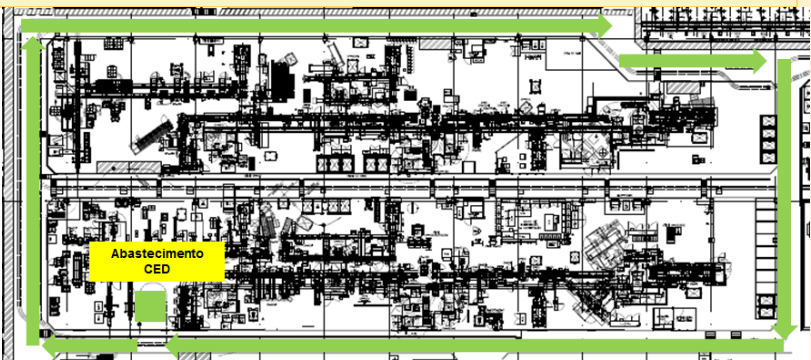
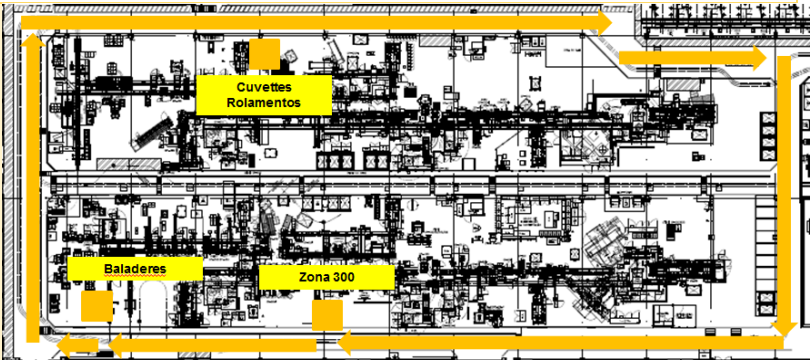
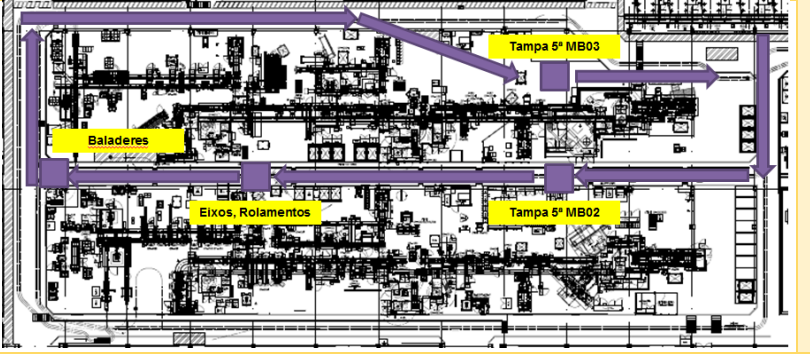
Neste ponto são abordadas as rotas dos AGV assim como são demonstrados os resultados dos tempos de ciclo e testes de carga.

4.6.1 MEDIÇÕES DE TEMPOS DE CICLO E TESTES DE CARGA

Após terem sido efetuadas as pinturas no solo dos trajetos a seguir pelos AGV, a oficialização dos novos sentidos de acesso e abastecimento as linhas, assim como a colocação de *tags* nas vias de circulação, a etapa seguinte foi a realização dos testes com os AGV, considerando os cinco fluxos necessários para o fornecimento às linhas. Estes testes foram de carga, por forma a testar a real capacidade dos novos meios de transporte, e de seguida de tempos de ciclo tendo sido retirados cinco tempos por cada rota a efetuar. Os resultados obtidos apresentam-se na tabela 11:

Tabela 11 - Rotas de abastecimento e tempos de ciclo.

Rota		Tempos de Ciclo médio AGV (min)
AGV 1 – Abastecimento CM CED linha 3		3min 43seg
		
AGV 2 – Abastecimento CM linha 2		4 min 8seg
		

Rota		Tempos de Ciclo médio AGV (min)
<b>AGV 3 – Abastecimento CED linha 2</b> 		4min 45seg
<b>AGV 4 – Abastecimento KANBAN linha 2</b> 		4min 12seg
<b>AGV 4 – Abastecimento KANBAN linha 3</b> 		3 min 58seg

Aos tempos apresentados na tabela 11 devem ser acrescentados os tempos de entrada e saída no polo de preparações, e a respetiva carga e descarga dos carros de abastecimento das linhas de montagem. Não foi possível obter esses outros tempos pois não houve a possibilidade de testar os AGV, dado que o polo se encontrava em construção. De qualquer modo e, tendo em conta a carga e descarga testada noutros pontos e as quantidades de curvas que existem nesta zona nos pontos mais penalizantes, acrescentaram-se dois minutos e trinta segundos a cada um dos tempos das rotas. Com os dados obtidos foi possível constatar a viabilidade do transporte com a utilização desta tecnologia. Um fator a ter em conta é que estes tempos foram tirados de forma individual, ou seja, uma situação em que apenas um AGV se encontrava a circular, sendo natural que os tempos sofram alguns agravamentos devido ao tráfego que irá existir.

#### 4.7 ELABORAÇÃO DOS MODOS DE FUNCIONAMENTO

Os modos de funcionamento foram elaborados durante a fase de espera de resposta dos fornecedores aos cadernos de encargos. Os modos de funcionamentos são definidos num documento onde, de uma forma sintetizada, se descreve o projeto. É feita uma breve introdução sobre o tema a tratar, de seguida são descritos os órgãos que estão incluídos no projeto, as alterações que se pretendem fazer e como, os meios que serão utilizados, o local onde será feito, os colaboradores envolvidos e as suas funções. Neste documento recorre-se a fluxogramas e, no caso de o projeto envolver novos postos, são elaboradas fichas de operação *standard* que descrevem, de uma forma detalhada, todos os movimentos necessários para a execução do posto de trabalho assim como discrimina os pontos-chave do posto. Por fim, surge a distribuição de responsabilidades por departamentos e a definição de quem são os colaboradores ou área responsável por cada anomalia ocorrida, assim como a determinação do responsável de qualidade, de manutenção, de abastecimento logístico e do produto processo.

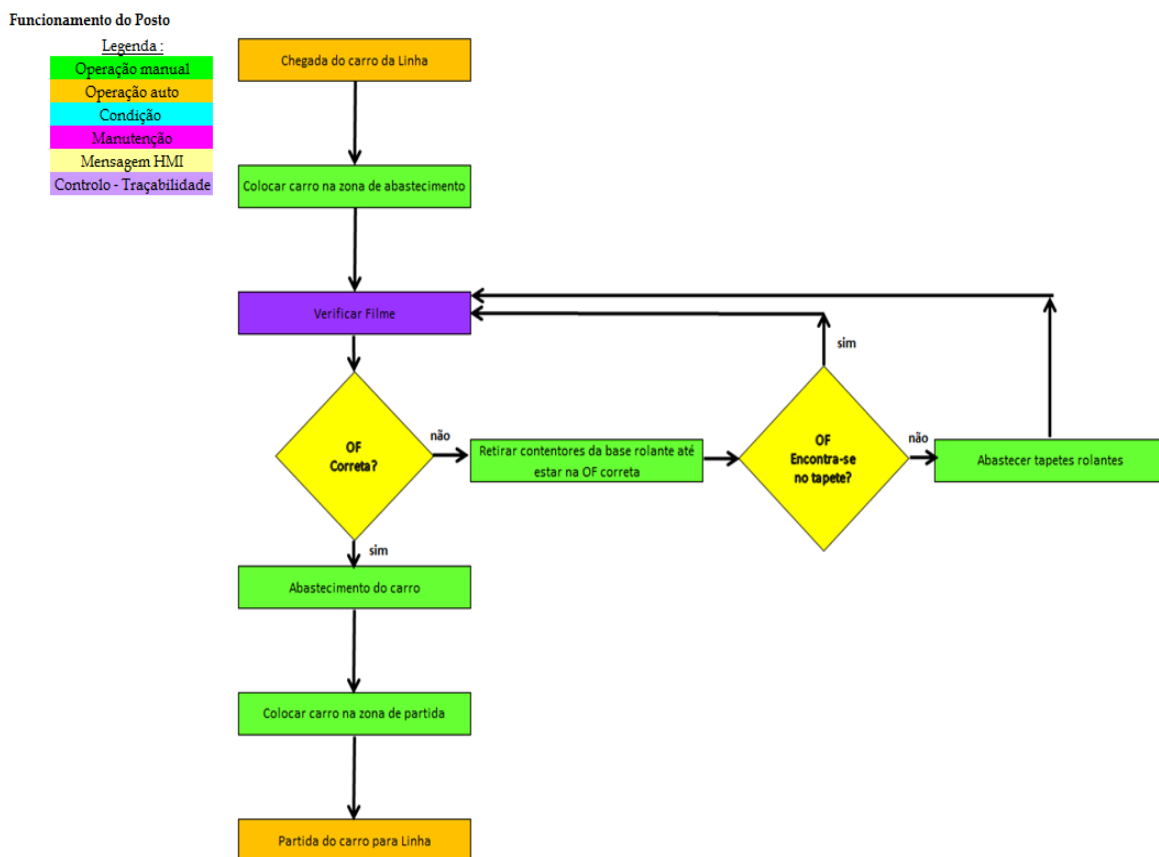


Figura 44 - Exemplo de um fluxograma elaborado para os modos de funcionamento.

Na figura 44 é apresentado um fluxograma que descreve a chegada em automático de um carro de abastecimento ao polo de preparações, onde um operador, de forma manual, o coloca na zona de

abastecimento e, de seguida, efetua um controlo de traçabilidade verificando se o pedido da linha coincide com a OF que dispõe para abastecer o carro.

Caso coincida efetua o abastecimento e coloca-o na zona de partida onde dá ordem de arranque, caso contrário retira os contentores até estar na OF correta. Por fim, se necessário, reabastece os tapetes do polo de preparações.

Além dos fluxogramas, outras informações são disponibilizadas nos modos de funcionamento. A ergonomia e segurança nos postos de trabalho são questões de elevada importância a nível interno, sendo seguido o regulamento da Renault de ergonomia e segurança que, de uma forma clara específica, define as janelas ergonómicas recomendadas. Assim foi feito o estudo para os novos postos a criar no polo de preparações.

A título de exemplo apresentam-se, na tabela 12 e na figura 45, a determinação da carga ergonómica do posto de abastecimento da linha 3 no polo de preparações.

Tabela 12 - Exemplo do cálculo das cargas ergonómicas.

Cadências		600 JR
Peça	Peso (unitário kg)	Peso acumulado (kg)
CED JR GF	6,81	4084
CED JR PF	6,60	
CM JR	5,36	3216
MC JRX	1,209	725
	<b>Total</b>	<b>8025</b>

Considerando a peça CED JR GF, que representa a situação mais penalizante a nível ergonómico dado que é a mais pesada, o nível de carga diária para o abastecimento será com cerca de 8025 kg.

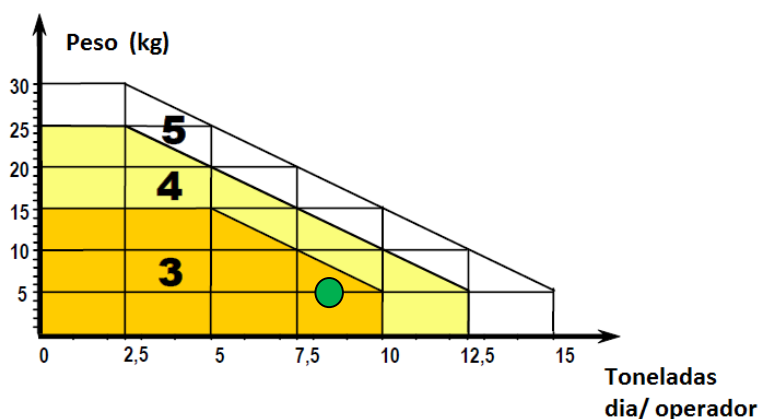


Figura 45 - Posicionamento da carga ergonómica.

Sendo assim, pode-se constatar que a carga ergonómica deste posto se situa no nível 3, que é o recomendado. À semelhança deste cálculo foram feitos outros para os restantes novos postos onde a preocupação foi sempre garantir o nível 3.



Os modos operatórios são um documento flexível e dinâmico, que pode ser alterado pelos responsáveis a qualquer momento da vida do projeto, o que frequentemente acontece, tendo em conta as constantes ações de melhoria e progresso contínuo que existem na fábrica.

#### 4.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste ponto apresenta-se a análise dos resultados obtidos e previstos, tendo em conta o DSTR e as suas componentes, assim como as perspetivas de ganhos indiretos.

Com o trabalho de construção do polo de preparações e automatização dos abastecimentos dos *carters* e variedade de componentes, estava previsto o ganho de quatro MOD logística. Numa primeira fase, e na altura em que terminou o trabalho descrito neste relatório tinha sido alcançado um ganho real de dois MOD logística. Isto conseguiu-se através da eliminação dos *charlattes* que foram substituídos por AGV.

Os outros dois foram inseridos nos novos postos criados no polo de preparações. No entanto, o ganho pode chegar aos quatro MOD pois corresponde ao número de *charlattes* retirados no circuito, quando se efetuarem as ações de balanceamento previstas nas linhas.

O ganho é então faseado, o que se deve ao facto de, por um lado o projeto ser realizado em linhas que estão em laboração contínua e, por outro, devido à decisão da gestão de topo em optar por uma solução onde as diferentes etapas devem ser bem implementadas e consolidadas, para só depois partir para as próximas.

O componente MOD logística influencia diretamente e provoca uma redução no DSTR, como demonstrado anteriormente no ponto 3.3.1, onde se explica o indicador. Das ações descritas no ponto 4.1 os resultados previstos, disponibilizados pela empresa, são apresentados na figura 46.

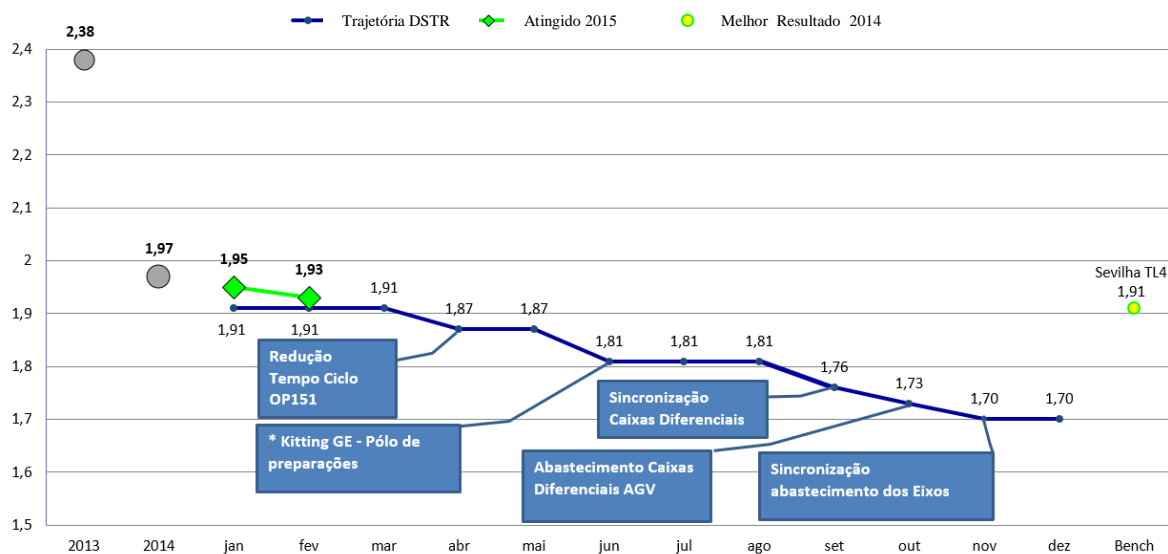


Figura 46 – Trajetória DSTR 2015, valores previstos e atingidos.

Além dos ganhos diretos apresentados na figura 46 existem outros tipos de ganhos que se irão verificar no médio e longo prazo. Estes advêm do impacto que a redução de *stock* e a retirada de grandes embalagens tem nas linhas e nos seus colaboradores. Como apresentado anteriormente na literatura de suporte, a redução de *stocks* permite ser mais reativo em caso de não conformidades de qualidade e ter uma maior perceção dos fluxos existentes promovendo, assim, a não existência de inventários desnecessários. Sendo que a redução de não conformidades de qualidade ou redução do seu número é um componente do DSTR que esta ação indiretamente afeta. A sua quantificação só será possível a partir da comparação dos resultados do antes e do depois da construção do polo de preparações.

Outro benefício da redução de grandes embalagens é o emagrecimento imediato das linhas, verificando-se menos contentores junto às mesmas, obtendo desde logo linhas mais “limpas” e apelativas para trabalhar, aumentando a motivação dos colaboradores para as ações em curso e promovendo o espírito de melhoria contínua e *kaizen*. Foi usual à medida que os colaboradores se apercebiam das alterações surgirem comentários como “Podiam também tirar esta prateleira” ou “Podiam era agora alterar a posição, já que há espaço”, o que reflete uma mudança de atitude. A motivação não é mensurável mas as sugestões são. Na Renault CACIA existe de um sistema de sugestões que permite aos colaboradores apresentarem ideias de melhoria dos postos, que os recompensa em caso de serem aceites e de facto contribuírem para uma melhoria, quer seja a nível económico, de qualidade ou até mesmo ergonómico. Aquando da implementação do projeto foi possível verificar um aumento de sugestões neste sector.

Neste sentido, formação e *kaizen*, é outro componente do DSTR, que sai beneficiado indiretamente com a redução de grandes embalagens nas linhas.

# CAPÍTULO V

## ESTRUTURA DO CAPÍTULO

### 5. CONCLUSÃO





## 5. CONCLUSÃO

Womack e Jones referem-se ao *Lean Thinking* como “o antídoto para o desperdício”.

Esta filosofia, de facto, assenta na eliminação sistemática de desperdício e tem o seu foco na criação de valor. Atualmente já se encontra amplamente estudado e implementado nas empresas, com maior incidência na indústria automóvel, pois é-lhe reconhecido o enorme potencial no apoio à gestão, e consequentemente no aumento da competitividade.

Esta é uma visão que, primando pela incessante busca por melhores soluções, conduz a uma melhoria contínua, condição obrigatória para a efetiva satisfação dos clientes.

O trabalho descrito no presente relatório foi desenvolvido no âmbito das atividades da equipa de melhoria contínua e *Lean* e, foi nesse contexto, que surgiu a necessidade de se proceder à redução de grandes embalagens (GE).

Para dar cumprimento a este propósito, de uma forma genérica, teve que se fazer trabalho de campo no sentido de criar uma nova forma de abastecimento das linhas; projetar um polo de preparações; e definir novas formas de chegada das peças às linhas.

Os objetivos descritos no parágrafo anterior foram sustentados por tarefas como a observação e recolha de dados da variedade de peças abastecidas em grandes embalagens, o estudo dos respetivos fluxos de abastecimento, e a análise dos gráficos de VA e NVA dos postos da linha. Procedeu-se também à automatização dos veículos de abastecimento, até então feito através de *charlattes*, o que pressupôs a elaboração do desenho das trajetórias e a contratação de serviços externos para a pintura dos solos. Adicionalmente, tratou-se da aquisição dos AGV e respetivos testes de carga e tempos de ciclo. Finalmente elaborou-se o documento “modos de funcionamento” que constitui um manual com a ficha de operação *standard*, ou seja, as instruções de funcionamento; a definição de responsabilidades; e as cargas ergonómicas dos postos de trabalho a criar.

Na prática verificou-se, efetivamente, em primeiro lugar a eliminação de GE na linha tornando-a *Lean* (“magra”) o que é benéfico já que estimula a melhoria contínua. Esta eliminação levou à redução de *stocks*, o que ajuda a promover a redução de não qualidade e um maior controlo da quantidade de peças existente, situações que só poderão ser comprovadas no futuro. Outra implicação resultante desta ação *Lean* foi a redução de dois MOD logísticos, um em cada linha, sendo este um dos componentes do DSTR e que o influencia diretamente.

Como já foi referido, foi verificada a redução de MOD ficando o último operador logístico e o primeiro operador da linha com uma taxa de ocupação de cerca de 50%. Neste sentido, no futuro, mas a curto prazo, as ações a realizar passam por fazer um estudo sobre o último posto logístico e o primeiro da linha de montagem por forma a reformular as tarefas na medida em que seja possível conseguir o ganho de mais um MOD em cada linha. Isto será possível balanceando tarefas para postos com VA mais reduzido, e passando outras para o último posto logístico. Não foi possível aplicar esta medida de imediato pois a linha encontra-se em constante laboração.

Ao nível dos resultados previstos com a criação do polo de preparações ambiciona-se a redução da DSTR de 1,87 para 1,81 conforme demonstra a figura 46. A empresa compromete-se a alcançar um DSTR de 1,7 através desta e de outras ações que estão a decorrer na fábrica.

Outro fator que não poderia ser controlado, mas que teve impacto na calendarização estipulada inicialmente para o projeto, foram os atrasos provocados por força da complexidade de alguns dos processos e do *outsourcing* a que empresa recorreu para resolver problemas que a fábrica não tinha capacidade de resposta.

O trabalho apresentado no presente relatório foi facilitado pelo facto de o seu autor ser já colaborador da empresa Renault CACIA, desde 2001, o que permitiu entender as terminologias e contextos internos da fábrica mais prontamente, além de permitir uma melhor adaptação à equipa. No que respeita à empresa, é de salientar a sua grande dimensão existindo já muitas ferramentas e estratégias implementadas, o que reduz o espaço para a introdução de novas perspetivas sendo ainda de apontar alguma resistência à mudança.

Fazendo uma análise introspectiva pode-se listar um conjunto de valências que foram desenvolvidas e aperfeiçoadas com este trabalho: o domínio do desenho apoiado por computador (*Autocad*); o trabalho em grupo através da participação em reuniões de trabalho onde é necessário participar e intervir de forma consciente e assertiva sendo, em determinadas ocasiões, necessário assumir a responsabilidade de liderar a discussão; a gestão de pessoas quando, por exemplo foi necessário receber e orientar os prestadores de serviço externos responsáveis pela execução das pinturas do solo; e a análise *benchmarking*<sup>12</sup> como meio de estudar outros casos aplicados a outras empresas e produtos com o intuito de fortalecer as premissas em que o trabalho que ia sendo desenvolvido assentou, validando-o, e orientando o plano estratégico no sentido da conquista dos resultados esperados.

O trabalho foi concluído com sucesso, sendo naturalmente, parte de uma estratégia de melhoria contínua o grupo Renault como um todo, e da Renault CACIA, em particular.

---

<sup>12</sup> *Benchmarking* – avaliação e comparação do atual desempenho de uma organização com organizações similares que são consideradas as melhores na sua classe.

# BIBLIOGRAFIA

---



## BIBLIOGRAFIA

1. Womack, James P. e Jones, Daniel T. (1996). *“Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation”*, Free Press, New York.
2. Monden, Y. (1997). *“Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time”*, Chapman & Hall, Norcross, Georgia.
3. Womack, James P., Jones, Daniel T. e Roos, Daniel (1990). *“The Machine That Changed the World”*, Free Press, New York.
4. Ohno, T. (1988). *“Toyota Production System - Beyond large-Scale Production*, Productivity Press, New York.
5. Shingo, S., (1985). *“A Revolution in Manufacturing: the SMED System”*. Productivity Press, New York.
6. Rother, M. e Shook, J., (2003).” *Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda”*. Lean Enterprise Institute, Cambridge, Massachusetts.
7. Morais, Simões (2007). *“Desenho Técnico Básico 3”*, Porto Editora, Porto.
8. Pyzdek, T. (2003). *“The six sigma handbook: The complete guide for greenbelts, blackbelts, and managers at all levels. Revised and Expanded Edition”* (2nd revised ed), McGraw-Hill, New York.
9. Warwood, S. J. e Knowles, G. (2004). “An investigation into Japanese 5-S practice in UK industry”, *The TQM Magazine*, 16 (5), pp. 347-353.
10. Abdulmalek, Fawaz A. e Rajgopal, Jayant (2007). “Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study”, *International Journal of Production Economics*, 107, pp. 223-236.
11. Riezebos J., Klingenberg W. e Hicks C. (2009). “Lean Production and information technology: Connection or contradiction?”, *Computers in Industry*, 60, pp. 237-247.
12. Taj, S. e Berro, L. (2004). “Application of constrained management and lean manufacturing in developing best practices for productivity improvement in an auto-assembly plant”, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 55, pp. 332-345.
13. Hicks, B. J. (2007). “Lean information management: Understanding and eliminating waste”, *International Journal of Information Management*, 27, pp. 233-249.

14. Hines, P. e Rich, N. (2004). "The seven value stream mapping tools", *International Journal of Operations & Production Management*, 17, pp. 46-64.
15. Alonzo, K., Nagy, B., Stager, D. e Unnikrishnan, R. (2007). "Field and service applications - An infrastructure-free automated guided vehicle based on computer vision - An effort to make an industrial robot vehicle that can operate without supporting infrastructure", *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 14, pp. 24-34.
16. Riis, J.O. (1993). "Lean project management", *International Journal of Project Management*, 11, pp. 120 -131.
17. Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K. e Jambekar, A. B. (2003). "Classification scheme for lean manufacturing tools", *International Journal of Production Research*, 41, pp. 3075-3090.
18. Bhasin, S. e Burcher, P. (2006). "Lean viewed as a philosophy", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17, pp. 56-72.

## SITES CONSULTADOS

<http://intranet.renault.com/manufacturing-logistique-cacia/> (consultado 15-05-2015).

<http://www.lean.org/> (consultado 04-06-2015).

<http://pt.kaizen.com/home.html> (consultado 04-06-2015).

<http://lean-timer.com/lean-manufacturing-kpi/> (consultado 04-06-2015).

<http://www.leanmanufacture.net/kpi.aspx> (consultado 04-06-2015).

<http://www.businessdictionary.com/definition/lean-manufacturing.html> (consultado 04-06-2015).

Dicionário da Língua Portuguesa com Acordo Ortográfico [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2015. [consultado 2015-01-16 13:59:45]. Disponível na Internet: <http://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/valor>.

Dicionário da Língua Portuguesa com Acordo Ortográfico [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2015. [consultado 2015-01-16 13:56:32]. Disponível na Internet: <http://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/desperdicio>.

# ANEXOS






---





## ANEXO A – GRANDES EMBALAGENS (GE)

São contentores de grandes dimensões, que permitem o transporte logístico de componentes de grande volume e/ou pesados.

Nome Peça	Contentor	Quantidade
<b>Carter Mecanismo (CM)</b>		Contentor 48 peças
<b>Carter Embraiagem (CED)</b>		Contentor 45 peças
<b>Baladeres</b>		Carro 468 peças
<b>Eixos</b>		Caixa 144 peças
<b>Tampas 5ª</b>		Contentor 210 Peças



## **ANEXO B – CHARLATTE E CARROS DE ENCICLAGEM**

### **CHARLATTE**



O *charlatte* é um veículo elétrico utilizado nos comboios logísticos que permite rebocar até quatro bases rolantes. A nível do projeto algumas das alterações que implementaram passaram pela substituição destes *charlattes* por AGV. Estes veículos são manobrados por MOD afetos à logística.

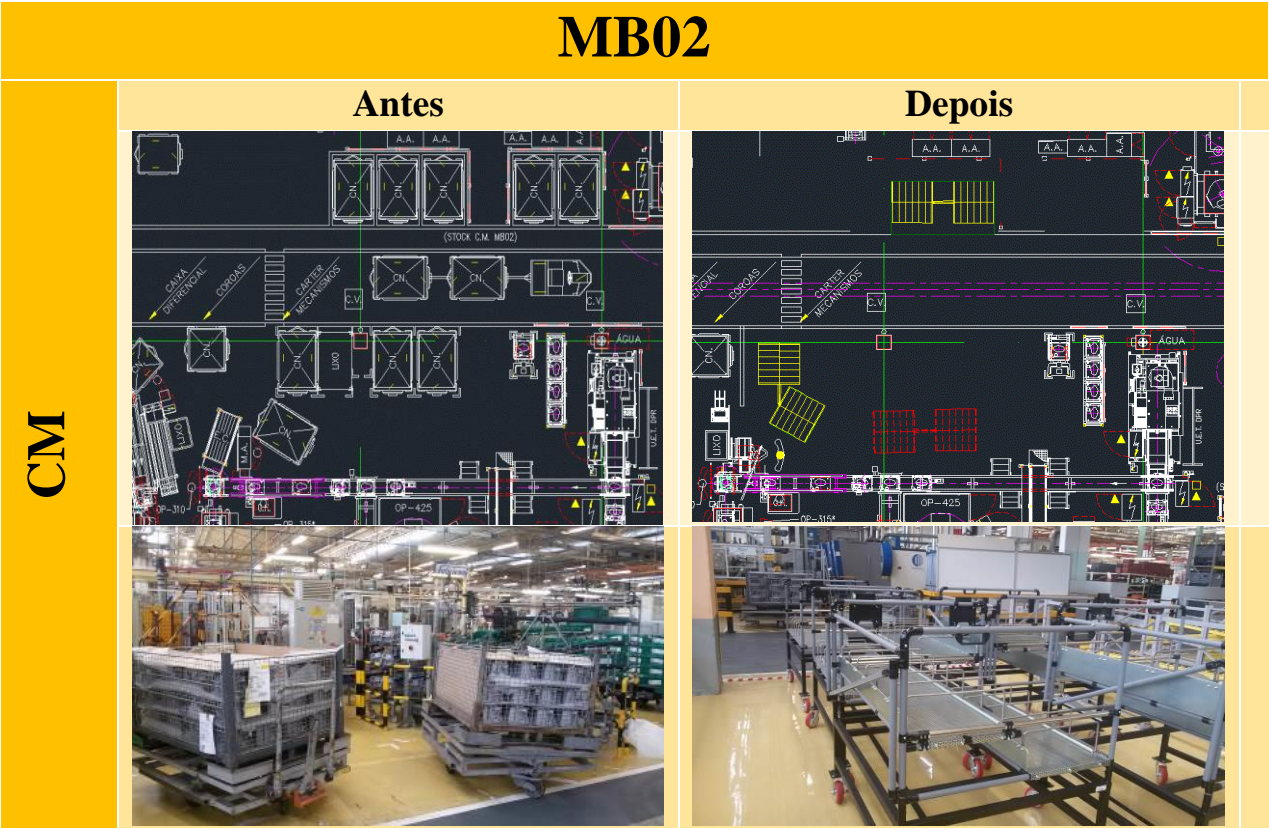
### **CARROS DE ENCICLAGEM**



Os carros de *enciclagem* são carros de suporte ao abastecimento de *Carters* nas linhas de montagem, têm capacidade para seis componentes e são utilizados nas duas linhas.



ANEXO C – LINHA 2: ANTES E DEPOIS

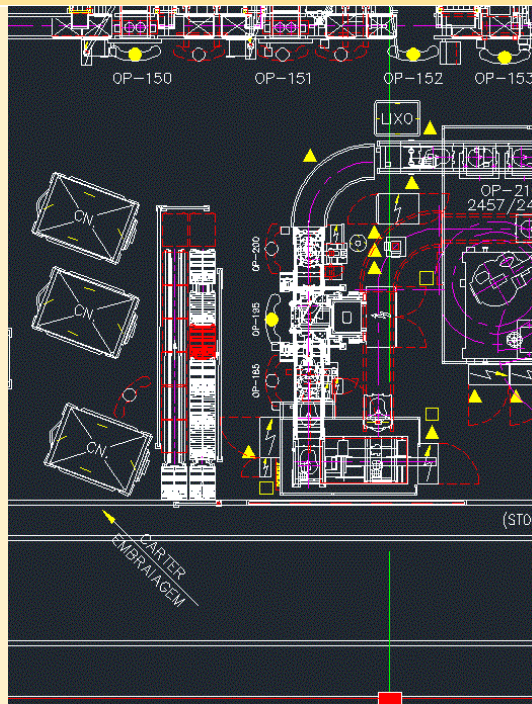




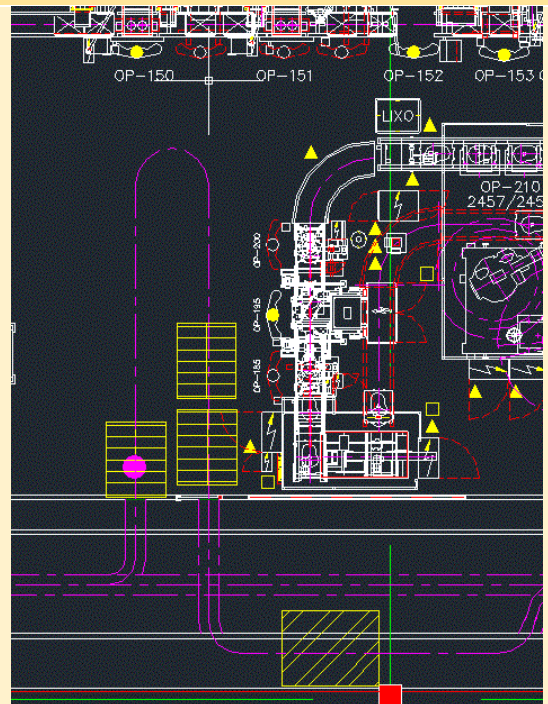
# MB02

CED

Antes



Depois



MB03

CED

Antes

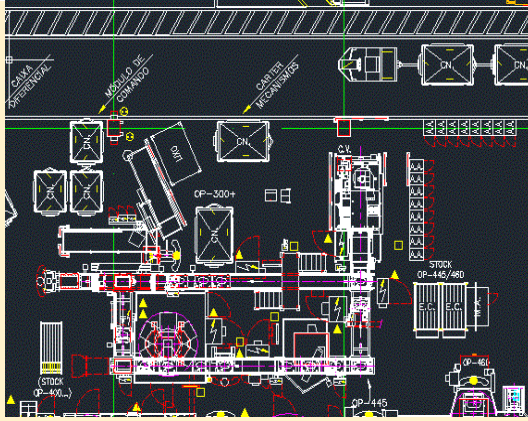
Depois



# MB03

CM

Antes



Depois

